

Universidad Carlos III de Madrid

Escuela Politécnica Superior



INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

Servicio Web de Subtitulado en Diferido. APEINTA

Autor: Alberto Moriano Roldán

Tutora: Ana María Iglesias Maqueda

Director: Juan Francisco López Panea

Octubre 2013

A los míos

AGRADECIMIENTOS

La elaboración y presentación de este documento junto a la totalidad del proyecto final de carrera suponen la culminación al objetivo marcado hace unos años, que no era otro que conseguir acabar con éxito la licenciatura en ingeniería informática después de haberlo hecho previamente con la diplomatura.

No obstante, no ha sido todo un camino de rosas, y en ocasiones se ha hecho realmente duro. Todavía recuerdo el primer curso del segundo ciclo cuando todos los jueves daban ganas de abandonar pensando "qué hago sufriendo si ya estoy titulado". A pesar de ello, la meta por fin se ha alcanzado y no quiero dejar pasar la ocasión de agradecer a aquellas personas que de alguna manera me ayudaron e hicieron más sencillo el recorrido.

En primer lugar a mis padres, Agustín y Felisa, y mi hermana Elena, que me han dado la oportunidad de poder realizar estos estudios con plena dedicación sin necesidad de preocupaciones ajenas más allá de las laborales. También al resto de familia tanto política como carnal, abuelos, tíos, primos, suegros, cuñados, sobrino, ... a pesar de que algunos ya no estén. A todos ellos gracias por ser además piezas clave influyendo en hacer de mí lo que soy actualmente.

A la gente del CESyA y la Universidad en general, y en particular a los Alberto, A. Lorenzo, A. Lozano, Diego, Isa, Javi H., Javi J., Juanma, July, María, Mónica y Pachi, por estar ahí día tras día, además de por su ayuda puntual de cara a este proyecto. A mi tutora Ana Iglesias, por darme la oportunidad de realizar el trabajo dentro del proyecto de investigación de Apeinta, y por su apoyo y dedicación. Sin olvidar a Juanfran, incluso como director, ya que en ocasiones si no hubiese sido por su ayuda el proyecto no habría salido igual. No sé cómo compensar la ayuda desinteresada sobretodo en esta última etapa.

A mis compañeros de clase, por compartir el sentimiento de agobio, esfuerzo y cansancio así como de ilusión por avanzar poco a poco. Mención aparte a Juanra con

quien he compartido todas las prácticas y mejor sabe por lo que hemos pasado en este recorrido, tanto lo bueno como lo malo.

Siendo justos y para no olvidar a nadie, a todas aquellas personas que han estado apoyándome en algún momento durante todo este periodo.

Por último, quiero destacar especialmente a Azu, por ser la razón que me ha llevado a dar este último y gran empujón para concluir el proyecto. La finalización de esta etapa y el comienzo de una nueva ha sido el principal motivo de este esfuerzo mutuo en los últimos meses. Gracias por tu paciencia y por estar siempre a mi lado. El sentimiento es mutuo.

Parecía que no llegaría el día, pero por fin está aquí ... a celebrarlo!!!, qué os parece si vamos a "La Cibelina"??

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estructura del Documento.....	4
2. Estado de la Cuestión.....	6
2.1. Concepto de Accesibilidad.....	7
2.1.1. Discapacidad.....	8
2.1.2. Legislación y Normativa.....	10
2.2. Derecho Sobre el Acceso a la Educación.....	15
2.2.1. Eliminando Barreras.....	16
2.2.2. Productos de Apoyo.....	18
2.2.3. Subtitulado.....	19
2.2.4. Subtitulado en Diferido.....	23
2.2.5. Subtitulado en Directo.....	25
2.3. Reconocimiento de Voz.....	28
2.3.1. Herramientas de Reconocimiento de Voz.....	30
2.3.2. Reconocimiento de Voz en Entornos Educativos.....	32
2.4. APEINTA.....	33
2.4.1. Arquitectura.....	34
2.4.2. Servicios Dentro del Aula.....	35
2.4.3. Plataforma Web.....	37
2.5. Accesibilidad Web.....	38
2.5.1. Normativa, Legislación y Estándares Aplicables en Web.....	39
2.5.2. Diseño y Evaluación Accesible.....	41
2.5.3. Accesibilidad a los Contenidos.....	43
2.6. Discusión y Comparativa con Proyectos Similares.....	44
3. Plan de Proyecto.....	48
3.1. Ciclo de Vida.....	48
3.2. Alcance del Sistema.....	50
3.2.1. Interesados en el Sistema - Stakeholders.....	51
3.2.1. Objetivos del Servicio Web.....	52
3.2.2. Arquitectura del Servicio Web.....	53

4. Análisis del Sistema.....	55
4.1. Definición Formal del Alcance del Sistema	56
4.2. Análisis de Requisitos de Usuario	60
4.2.1. Requisitos de Capacidad	61
4.2.2. Requisitos de Restricción	66
4.3. Análisis de Requisitos Software	71
4.3.1. Requisitos Funcionales.....	73
4.3.2. Requisitos No Funcionales - Rendimiento	84
4.3.3. Requisitos No Funcionales - Interfaz	85
4.3.4. Requisitos No Funcionales - Operación	86
4.3.5. Requisitos No Funcionales - Recursos.....	87
4.3.6. Requisitos No Funcionales - Comprobación	88
4.3.7. Requisitos No Funcionales - Aceptación de Pruebas	88
4.3.8. Requisitos No Funcionales - Documentación.....	89
4.3.9. Requisitos No Funcionales - Seguridad	89
4.3.10. Requisitos No Funcionales - Calidad	89
4.4. Matriz de Trazabilidad Entre Requisitos	90
4.5. Especificación de Casos de Uso	95
4.5.1. Especificación Gráfica	95
4.5.2. Especificación Textual	97
4.6. Matriz de Trazabilidad Entre Casos de Uso y Requisitos	105
5. Diseño del Sistema.....	110
5.1. Arquitectura del Sistema	110
5.1.1. Patrón de Diseño.....	111
5.1.2. Entorno Operacional.....	112
5.1.3. Identificación de Subsistemas.....	116
5.2. Diseño de Interfaz de Usuario	120
5.2.1. Estructura General	120
5.2.2. Estructuras Según Identificación.....	121
5.3. Diseño del Modelo de Datos.....	123
5.3.1. Diseño del Modelo Entidad Relación	123
5.3.2. Diseño del Modelo Relacional	125
5.3.3. Definición de Entidades del Modelo de Datos.....	127
5.4. Diseño de Casos de Uso	131
5.4.1. Diagramas de Secuencia de Casos de Uso	132
5.4.2. Diseño de Componentes y Servicios Especiales.....	135
6. Implementación del Sistema	142
6.1. Decisiones Prácticas Sobre Implementación Final.....	142
6.1.1. Reducción de Funcionalidades.....	143
6.1.2. Reducción Sobre Modelo de Datos.....	144
6.2. Implementación de Interfaces.....	145
6.3. Implementación del Servicio de Base de Datos.....	147
6.3.1. Implementación SQL.....	148
6.3.2. Implementación JPA	149
6.4. Implementación de Funcionalidad	152
6.4.1. Implementación de Casos de Uso	152
6.4.2. Implementación de Componentes y Servicios Especiales	155

7. Gestión de Pruebas	164
7.1. Evaluación de Accesibilidad	164
7.2. Evaluación Heurística	165
7.2.1. Resultados Obtenidos en la Evaluación	166
7.3. Evaluación con Usuarios	167
7.3.1. Pruebas de Evaluación con Usuarios	167
7.3.2. Resultados y Conclusiones de Evaluación con Usuarios	170
8. Gestión del Proyecto	179
8.1. Equipo de Trabajo	179
8.2. Recursos Materiales	181
8.3. Planificación Inicial	182
8.3.1. Presupuesto Inicial	184
8.4. Planificación Final	186
8.4.1. Análisis y Rediseño del Alcance Final	186
8.4.2. Presupuesto Final	187
8.4.3. Planificación Final	188
9. Conclusiones y Trabajos Futuros	192
9.1. Conclusiones Finales	192
9.2. Trabajos Futuros	194
10. Glosario de Términos y Acrónimos	196
11. Referencias	197
Anexo A: Evaluación de Accesibilidad	200
Anexo B: Evaluación de Usuarios	210
B.1. Cuestionarios	210

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1: ARQUITECTURA DE APEINTA	35
ILUSTRACIÓN 2: ARQUITECTURA DEL SERVICIO DE SUBTITULADO DENTRO DEL AULA DE APEINTA.....	36
ILUSTRACIÓN 3: ARQUITECTURA DEL SERVICIO DE SÍNTESIS DE VOZ DE APEINTA.....	37
ILUSTRACIÓN 4: CICLO DE VIDA PROTOTIPADO EVOLUTIVO.....	50
ILUSTRACIÓN 5: ARQUITECTURA SERVICIO WEB EN DIFERIDO (SAAS)	53
ILUSTRACIÓN 6: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO.....	95
ILUSTRACIÓN 7: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO - GESTIONAR USUARIOS.....	96
ILUSTRACIÓN 8: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO - GESTIONAR EVENTOS	96
ILUSTRACIÓN 9: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO - GESTIONAR SESIONES	96
ILUSTRACIÓN 10: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO - GESTIONAR RECURSOS.....	96
ILUSTRACIÓN 11: REPRESENTACIÓN GRÁFICA CASOS DE USO - GESTIONAR PERFILES DE VOZ	97
ILUSTRACIÓN 12: PATRÓN DE DISEÑO DE CUATRO CAPAS BASADO EN MVC	111
ILUSTRACIÓN 13: ARQUITECTURA DEL SISTEMA - ENTORNO OPERACIONAL	113
ILUSTRACIÓN 14: BOCETO DE LA ESTRUCTURA GENERAL DEL INTERFAZ	121
ILUSTRACIÓN 15: BOCETO DE LA ESTRUCTURA DE INICIO DEL INTERFAZ.....	122
ILUSTRACIÓN 16: BOCETO DE LA ESTRUCTURA DE PRINCIPAL DEL INTERFAZ	123
ILUSTRACIÓN 17: MODELO ENTIDAD-RELACIÓN.....	124
ILUSTRACIÓN 18: MODELO RELACIONAL.....	126
ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA DE SECUENCIA GENERAL	133
ILUSTRACIÓN 20: DIAGRAMA DE SECUENCIA - REGISTRAR USUARIO.....	133
ILUSTRACIÓN 21: DIAGRAMA DE SECUENCIA - INICIAR SESIÓN	133
ILUSTRACIÓN 22: DIAGRAMA DE SECUENCIA - CARGAR PERFIL.....	134
ILUSTRACIÓN 23: DIAGRAMA DE SECUENCIA - GENERAR RECURSO AUDIO.....	134
ILUSTRACIÓN 24: DIAGRAMA DE SECUENCIA – TRANSCRIBIR / ACTUALIZAR SUBTÍTULOS	134
ILUSTRACIÓN 25: DIAGRAMA TRANSICIÓN ESTADOS DE RECURSOS	137
ILUSTRACIÓN 26: SECCIÓN REDUCIDA DIAGRAMA ER.....	145
ILUSTRACIÓN 27: IMÁGENES DE INTERFAZ - LOGOS ENTIDADES EXTERNAS.....	145
ILUSTRACIÓN 28: IMÁGENES DE INTERFAZ - IMÁGENES DE ESTRUCTURA GENERAL	146
ILUSTRACIÓN 29: IMÁGENES DE INTERFAZ - IMÁGENES DE ACCESO A LA APLICACIÓN	147
ILUSTRACIÓN 30: IMÁGENES DE INTERFAZ - IMÁGENES DE ACCESO A LA APLICACIÓN	147
ILUSTRACIÓN 31: IMÁGENES DE INTERFAZ - BARRA DE ESTADO DE SUBIDA DE RECURSOS	156
ILUSTRACIÓN 32: IMÁGENES DE INTERFAZ - NUEVO RECURSO DE VÍDEO	158
ILUSTRACIÓN 33: IMÁGENES DE INTERFAZ - REPRODUCCIÓN DE VÍDEO	158
ILUSTRACIÓN 34: IMÁGENES DE INTERFAZ - NUEVO RECURSO DE AUDIO EXTRAÍDO	161
ILUSTRACIÓN 35: IMÁGENES DE INTERFAZ - NUEVO RECURSO DE SUBTÍTULO TRANSCRITO	162
ILUSTRACIÓN 36: IMÁGENES DE INTERFAZ - REPRODUCCIÓN DE VÍDEO CON SUBTÍTULOS	162
ILUSTRACIÓN 37: IMÁGENES DE INTERFAZ - ACTUALIZACIÓN DE SUBTÍTULOS DE RECURSO.....	163
ILUSTRACIÓN 38: RESULTADO VERIFICACIÓN ACCESIBILIDAD HERA	165
ILUSTRACIÓN 39: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 1 PRUEBA 1 - REGISTRO.....	171
ILUSTRACIÓN 40: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 1 PRUEBA 2 - IDENTIFICACIÓN.....	171
ILUSTRACIÓN 41: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 2 - MODIFICAR DATOS	171
ILUSTRACIÓN 42: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 3 PRUEBA 1 - CREAR EVENTO	172
ILUSTRACIÓN 43: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 3 PRUEBA 2 - CREAR SESIÓN.....	172
ILUSTRACIÓN 44: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 4 PRUEBA 1 - CREAR VÍDEO.....	172
ILUSTRACIÓN 45: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 4 PRUEBA 2 - EXTRAER AUDIO	173
ILUSTRACIÓN 46: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 4 PRUEBA 3 - TRANSCRIBIR SUBTITULADO	173
ILUSTRACIÓN 47: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 5 - EDITAR RECURSO SUBTITULADO.....	174
ILUSTRACIÓN 48: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 6 PRUEBA 1 - VISIONADO SUBTITULADO	174
ILUSTRACIÓN 49: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 6 PRUEBA 2 - DESCARGAR AUDIO.....	175
ILUSTRACIÓN 50: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO TAREA 6 PRUEBA 3 - REPRODUCCIÓN VÍDEO	175
ILUSTRACIÓN 51: TESTEO DE USUARIOS - GRÁFICA RESULTADO RESUMEN	176
ILUSTRACIÓN 52: PLANIFICACIÓN INICIAL.....	183
ILUSTRACIÓN 53: PLANIFICACIÓN FINAL.....	189

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: COMPARATIVA NIVEL ACADÉMICO POBLACIÓN CON DISCAPACIDAD Y TOTAL	16
TABLA 2: COMPARATIVA ENTRE PROYECTOS SIMILARES	46
TABLA 3: PLANTILLA IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS DE USUARIO	61
TABLA 2: PLANTILLA IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS SOFTWARE	73
TABLA 5: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE REQUISITOS DE USUARIO Y REQUISITOS SOFTWARE (I).....	91
TABLA 6: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE REQUISITOS DE USUARIO Y REQUISITOS SOFTWARE (II).....	92
TABLA 7: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE REQUISITOS DE USUARIO Y REQUISITOS SOFTWARE (III).....	93
TABLA 8: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE REQUISITOS DE USUARIO Y REQUISITOS SOFTWARE (IV)	94
TABLA 9: PLANTILLA ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO.....	97
TABLA 10: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE CASOS DE USO Y REQUISITOS (I)	106
TABLA 11: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE CASOS DE USO Y REQUISITOS (II)	107
TABLA 12: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE CASOS DE USO Y REQUISITOS (III)	108
TABLA 13: MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE CASOS DE USO Y REQUISITOS (IV)	109
TABLA 14: RESULTADO DE COMPARATIVA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN ENTRE SERVIDORES	115
TABLA 15: IMPLEMENTACIÓN SQL – TABLA PERFIL	148
TABLA 16: IMPLEMENTACIÓN SQL – TABLA RECURSO.....	149
TABLA 17: IMPLEMENTACIÓN JPA – ENTIDAD PERFIL.....	150
TABLA 18: IMPLEMENTACIÓN JPA – ENTIDAD RECURSO	151
TABLA 19: PLANIFICACIÓN - COSTES PERSONAL POR HORA	180
TABLA 20: PLANIFICACIÓN - COSTES MATERIAL POR MES.....	181
TABLA 21: PLANIFICACIÓN INICIAL - COSTES PERSONAL	184
TABLA 22: PLANIFICACIÓN INICIAL - COSTES MATERIAL	185
TABLA 23: PLANIFICACIÓN - PRESUPUESTO INICIAL	185
TABLA 24: PLANIFICACIÓN - PRESUPUESTO FINAL.....	187
TABLA 25: PLANIFICACIÓN FINAL - COSTES PERSONAL.....	190
TABLA 26: PLANIFICACIÓN FINAL - COSTES MATERIAL	190
TABLA 27: PLANIFICACIÓN FINAL - COSTE FINAL.....	191
TABLA 28: CUESTIONARIO DE USUARIOS - GENERAL.....	210
TABLA 29: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 1 - PRUEBA 1 - REGISTRO	210
TABLA 30: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 1 - PRUEBA 2 - LOGIN	211
TABLA 31: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 2 - MODIFICAR DATOS.....	211
TABLA 32: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 3 - PRUEBA 1 - CREAR EVENTO	212
TABLA 33: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 3 - PRUEBA 2 - CREAR SESIÓN	212
TABLA 34: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 4 - PRUEBA 1 - CREAR RECURSO DE VÍDEO.....	213
TABLA 35: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 4 - PRUEBA 2 - EXTRAER Y GENERAR RECURSO DE AUDIO	214
TABLA 36: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 4 - PRUEBA 3 - TRANSCRIBIR Y GENERAR RECURSO DE SUBTITULADO	215
TABLA 37: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 5 - EDITAR RECURSO DE SUBTITULADO.....	216
TABLA 38: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 6 - PRUEBA 1 - VISIONADO DE SUBTITULADO.....	216
TABLA 39: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 6 - PRUEBA 2 - DESCARGAR AUDIO.....	217
TABLA 40: CUESTIONARIO DE USUARIOS - TAREA 6 - PRUEBA 3 - REPRODUCCIÓN ACCESIBLE DEL VÍDEO.....	217
TABLA 41: CUESTIONARIO DE USUARIOS - RESUMEN DE PRUEBAS Y TAREAS	217

1. INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se busca definir el propósito general del proyecto, es decir, cuál es la situación que ha motivado la realización del mismo junto a su posterior culminación en esta memoria. Además se muestra una descripción de la estructura y contenido que completa la documentación para facilitar su lectura y utilización.

1.1. MOTIVACIÓN

Hoy en día las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han evolucionado tanto que se han convertido en una herramienta indispensable para todo tipo de servicios del día a día. Las TICs son un instrumento de gran apoyo a la sociedad, ya que proporcionan avances esenciales para mejorar la vida cotidiana de las personas. Concretamente, gracias a Internet se ha logrado acercar los medios de comunicación a las personas hasta el punto de hacerse imprescindible para una amplia gama de productos, necesidades y servicios.

Dentro de la población existe una serie de personas que sufren algún tipo de discapacidad impidiéndoles a menudo acceder a la información en igualdad de condiciones que al resto. Estas personas dependen del uso de métodos y técnicas para eliminar las barreras encontradas por su discapacidad o limitación de acceso.

En consecuencia, en el continuo avance y desarrollo de las TICs se deben buscar soluciones de cara a mejorar la accesibilidad evitando crear más barreras de las ya existentes, proporcionando del mismo modo los apoyos necesarios que eviten producir casos de discriminación o diferenciación.

Con el fin de suprimir en gran medida estas barreras surgió **Apeinta** (Apuesta Por la Enseñanza Inclusiva deNtro y Fuera del Aula), un sistema que pretendía satisfacer las necesidades de los usuarios con discapacidades auditivas en el ámbito de la educación a través de sistemas de subtitulado dentro y fuera de aula.

Apeinta se encuentra dentro de los trabajos desarrollados dentro del CESyA (Centro Español del Subtitulado y la Audiodescripción), en concreto, dentro del marco del Instituto de Desarrollo Tecnológico y Promoción de la Innovación “Pedro Juan de Lastanosa”, perteneciente a la Universidad Carlos III de Madrid. Asimismo, el CESyA es un centro dependiente del Real Patronato sobre Discapacidad – Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, cuyo proyecto multidisciplinar es favorecer la accesibilidad en los medios audiovisuales, a través de servicios de subtitulado y audiodescripción principalmente.

Este proyecto pretende favorecer el acceso a la educación eliminando barreras, sobretodo de movilidad y de audición a aquellos alumnos incapaces de adquirir los contenidos impartidos en las clases, bien por no poder asistir, o por no oír o entender su contenido.

El medio previsto es el proporcionado a través de una aplicación donde se ofrecen: por un lado un repositorio web de contenidos multimedia accesibles, y por otro un servicio de subtitulado en diferido de cualquier material multimedia que el usuario desee subtitular. De esta manera se conseguirá disponer de contenidos digitales accesibles que conformarán los distintos elementos de una sesión y que podrán utilizarse de manera accesible desde la plataforma por los usuarios cuando lo deseen.

1.2. OBJETIVOS

En este apartado se describe tanto el objetivo global que se pretende con la realización de este proyecto final de carrera como cada una de las pequeñas partes necesarias para completar el total del mismo.

A nivel general, se pretende realizar un portal web capaz de cubrir el servicio de creación de subtítulos en diferido partiendo de unos recursos multimedia originales con la grabación del contenido de la clase, y a su vez gestionar su almacenamiento y presentación a los alumnos de manera remota a través de un repositorio de contenidos.

Sin embargo, este sistema dependerá del correcto funcionamiento de varios módulos encargados de diferentes subservicios. Éstos pretenden alcanzar objetivos

menores del total de la aplicación final. Estos módulos pretenden definir y alcanzar un conjunto de puntos intermedios como parte de los objetivos totales a alcanzar.

A continuación se exponen los objetivos previstos en relación al sistema y a su realización:

- **Servicio de BD:** Construcción y puesta en funcionamiento de una base de datos que recoja las diferentes tablas para garantizar la completitud de la lógica de toda la aplicación. Deberá ser gratuita y cubrir los requisitos planteados en el análisis del sistema, además de garantizar la consistencia de sus datos.
- **Plataforma Web Accesible:** Para poder administrar y consultar el repositorio además de permitir su uso desde la aplicación. Poniendo especial atención en cumplir los requisitos existentes en materia de accesibilidad, siguiendo estándares, utilizando las herramientas de verificación y certificando el cumplimiento los niveles de conformidad accesible.
- **Gestión de Usuarios:** Dentro de las funcionalidades de la aplicación se deberá proporcionar una sección de gestión de usuarios de la aplicación web donde puedan administrarse los mismos y ofrecer las diferentes funcionalidades.
- **Gestión de Perfiles de Voz:** Para el reconocimiento del habla y transcripción se necesitan modelos de voz acordes a los locutores, por lo tanto se incluirá una sección donde los usuarios puedan controlar y administrar los perfiles de voz. Dentro de las acciones se deberá proporcionar mecanismos de creación y entrenamiento de perfiles de voz para los usuarios propietarios de los mismos.
- **Gestión de Recursos:** Será necesario mantener, tanto a nivel de base de datos como a nivel de repositorio, una gestión sobre los recursos materiales de las sesiones, es decir, habrá que diferenciar entre tipos de recursos ya sean multimedia, de subtitulado u otros, y gestionar las funcionalidades de generación de contenidos accesibles, es decir, extracción de audio, su transcripción y generación de subtítulos. Del mismo modo se deberá proporcionar mecanismos de acceso a los recursos donde poder visualizar sus características y reproducir

sus contenidos, así como poder editar sus valores y corregir los errores encontrados tras la generación de los recursos de subtitulado.

- **Diseño Modular:** Realizar un diseño e implementación estructurados de manera que los diferentes módulos comprendan elementos funcionales más simples para el objetivo global. De esta manera cada parte de la aplicación estará dividida facilitando el proceso de control, implantación, evolución y mejoras.

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Los contenidos de los que se compone la presente memoria están organizados en varias secciones o capítulos donde se profundiza sobre cada uno de los aspectos tratados en la realización de este proyecto final de carrera.

A continuación se muestra cada uno de los capítulos junto a una breve descripción de su contenido:

- En el capítulo 1, “Introducción”, se ofrece una aproximación al ámbito de investigación del proyecto, la motivación para llevar a cabo su realización, los objetivos a cubrir y la estructura de la memoria y su contenido.
- En el capítulo 2, “Estado de la cuestión”, se muestra un estudio sobre la accesibilidad y la legislación, normativa y estándares relacionados a nivel general, continuando con la situación de la accesibilidad en la educación y el empleo de técnicas de reconocimiento del habla para evitar barreras auditivas. Además se presentan los criterios del desarrollo web inclusivo y accesible basado en estándares y la herramienta Apeinta en su desarrollo, para terminar con una discusión y comparativa de proyectos similares.
- En el capítulo 3, “Plan de Proyecto”, se indica el alcance previsto del sistema, el ciclo de vida aplicado, los interesados en el sistema y los objetivos del servicio web y su arquitectura.

- En el capítulo 4, “Análisis del Sistema”, se presentan las tareas de la fase de análisis del sistema de información, siendo éstas, la extracción de requisitos y casos de uso, donde se reflejan las necesidades a cubrir por el sistema.
- En el capítulo 5, “Diseño del Sistema”, se ofrece el diseño del sistema con la especificación de los diferentes componentes y subsistemas de la aplicación.
- En el capítulo 6, “Implementación del Sistema”, se muestra la forma en que debe realizarse el desarrollo de las distintas entidades, componentes y funcionalidades obtenidas en el análisis y definidas en el diseño.
- En el capítulo 7, “Gestión de Pruebas”, se indica el conjunto de pruebas de accesibilidad, usabilidad y funcionalidad realizadas sobre el prototipo, para por último reflejar las conclusiones obtenidas gracias a las técnicas empleadas.
- En el capítulo 8, “Gestión del Proyecto”, se presenta la planificación inicial prevista, las decisiones prácticas tomadas y cómo se relacionan con la planificación final resultante mediante una comparativa de ambas.
- En el capítulo 9, “Conclusiones y Trabajos Futuros”, se aúnan las reflexiones obtenidas después de completar la investigación realizada en este proyecto, además de comprobar si se han cumplido los objetivos marcados en un principio. Además se hace referencia a las ideas e intenciones que han nacido del trabajo para poder seguir con su evolución y mejoras en versiones futuras.

Por último es necesario destacar que al final de este documento, adicionalmente, se aporta un listado de abreviaturas y acrónimos, las referencias utilizadas como guía en el estudio de todos los conceptos necesarios para llevar adelante la investigación y algunos anexos que complementan el trabajo del proyecto, pues han ayudado a realizar determinadas tareas pero debido a su extensión no es adecuado incorporarlos en la documentación final.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Actualmente nos encontramos en un mundo altamente globalizado donde se han producido y se producen continuos avances en todos los ámbitos de la sociedad. Estos avances normalmente se destinan a mejorar la calidad de vida de las personas, así como el entorno que les rodea.

Lamentablemente ocurre que estos avances no siempre cubren las necesidades básicas de todas las personas ya que existe un considerable porcentaje de población que no dispone de las mismas oportunidades que el resto. Estas personas sufren algún tipo de discapacidad, que, a diferencia de las personas que no tienen ninguna dificultad, les impide disfrutar de aspectos cotidianos básicos.

Por ello se dedica este capítulo a presentar una idea acerca del estado actual de la accesibilidad desde un punto de vista general, para después concretar en la accesibilidad a la educación y los diferentes medios para alcanzarla.

En el primer apartado, el 2.1, se habla de la accesibilidad como concepto teórico general explicando las diferentes clases de discapacidad. Además se plasma una visión de la situación existente sobre legislación, normativa y estándares relacionados con la accesibilidad.

El segundo apartado, el 2.2, se centra en el contexto de la accesibilidad dentro del marco de la educación y sus derechos. Además en base al sentido del proyecto se muestran las barreras encontradas por la discapacidad auditiva y se detalla qué tipos de ayudas técnicas generales existen, para finalmente concretar en el concepto de subtitulado, sus tipos y potencia.

En el tercer apartado, el 2.3, se continúa con el reconocimiento de voz y se muestran algunas soluciones de subtitulado a través de sistemas y herramientas con motores de reconocimiento del habla.

En el cuarto apartado, el 2.4, se explica cómo se enmarca este proyecto dentro del proyecto global de Apeinta, su arquitectura y servicios, y cómo el proyecto planteado y desarrollado añade una nueva funcionalidad en forma de servicio web.

En el quinto apartado, el 2.5, se exponen los criterios necesarios a tener en cuenta a la hora de realizar el servicio descrito en el apartado anterior. Estos criterios deben estar de acuerdo a las pautas de diseño y evaluación accesible para una plataforma web.

En el sexto apartado, el 2.6, por último se muestra una comparativa con algunos proyectos existentes y una discusión sobre la importancia de la realización del servicio web.

2.1. CONCEPTO DE ACCESIBILIDAD

Según la RAE, Real Academia de la Lengua Española, accesibilidad es la cualidad de ser accesible, siendo la definición de accesible: tener acceso, ser de fácil acceso o trato, de fácil comprensión e inteligible.

Desde un punto de vista más general, la accesibilidad marca el nivel de acceso o la posibilidad que tiene algo de ser utilizado en general por todas las personas independientemente de necesidades físicas, cognitivas o técnicas, y en especial, la capacidad de ser accedido por aquellas que sufren algún grado de discapacidad.

Es imprescindible extender el enfoque del significado del concepto de accesibilidad ampliándolo más allá de las personas con discapacidad. Se define de una manera más amplia el concepto de accesibilidad, ante la idea de que cualquier persona independientemente de sus cualidades debe poder utilizar edificaciones, servicios, productos, recursos o tecnologías en igualdad de condiciones. Es en la consecución de la Accesibilidad Universal donde se encuentra el reto para la sociedad actual.

En los últimos años la sociedad está adoptando una actitud receptiva de cara a la accesibilidad al ver la existencia de grupos y colectivos de personas con necesidades especiales en su vida cotidiana. La accesibilidad pasa por ser una necesidad general con

la que tomar conciencia puesto que está relacionada directamente con la calidad de vida de todas las personas; un ejemplo claro es que en la mayoría de países, de un 10 a un 20 por ciento de la población se enfrentan a dificultades en su vida diaria. Además se debe tener en cuenta que con el paso del tiempo, el promedio de edad de la población aumenta generando sus consiguientes problemas de accesibilidad, ya sean por causa física, sensorial o de cualquier otro tipo. [Moriano, 2007]

Es preciso adoptar medidas para garantizar las mismas posibilidades de acceso a todo el mundo independientemente de sus capacidades individuales. En España existe legislación específica en el marco de la accesibilidad con el objetivo de regular los derechos de todos sus ciudadanos en las administraciones públicas. Se recoge básicamente en la ley 51/2003 de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad [LIONDAU, 2003]. Sus principales términos se centran en lograr unas “condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y de cualquier medio de comunicación social”.

2.1.1. DISCAPACIDAD

Una vez que ha sido definido el significado de accesibilidad, es imprescindible dar una visión de cara al acceso de todas las personas independientemente de sus limitaciones, características, cultura, idioma, aspectos demográficos e incluso la tecnología empleada.

Según estimaciones de la Oficina del Censo de los Estados Unidos de América [CENSUS, 2013], actualmente la población mundial del planeta supera los 7.000 millones de personas. Por otro lado, la OMS, Organización Mundial de la Salud [OMS, 2013a] dispone de estadísticas que indican que alrededor de 700 millones de personas, un 10% de la población, sufren algún tipo de discapacidad permanente, ya sea física o motriz, sensorial, psíquica o mental, o de alguna otra índole. Asimismo a ese porcentaje hay que añadir cerca de un 15% de personas con alguna limitación transitoria (por ejemplo, mujeres embarazadas, niños pequeños, personas accidentadas, etc.) que por algún motivo eventual tienen limitadas temporalmente las posibilidades de acceso a

instalaciones y servicios. Además sumando el 12% asociado a las personas mayores con limitaciones por envejecimiento, la situación global indica que en torno a un 40% de la población mundial sufre alguna restricción o imposibilidad de acceso debido a sus discapacidades, ya sea temporal o permanentemente.

Llegados a este punto, hay que puntualizar la diversidad de discapacidades existentes. Primero teniendo en cuenta que por debajo de un determinado grado o nivel no se consideran discapacidades y sí limitaciones porque a pesar de ser de la misma clase, varían de una persona a otra. Y segundo porque en algunos casos las personas pueden tener múltiples combinaciones y niveles que se puedan dar, sin olvidar que estas combinaciones y graduaciones tienden a acrecentarse con el paso del tiempo y el aumento de edad.

Es complejo establecer una clasificación de discapacidades universalmente aceptada a nivel mundial, cuando además ya de por sí dentro de un mismo país es difícil llegar a acuerdos por las comunidades de discapacitados en este sentido. Por lo tanto, es recomendable no entrar en terminologías y sí seguir la tendencia global a la hora de clasificar siguiendo la propia clasificación médica. [W3C, 2005]

- **Discapacidades Visuales:** Es el conjunto de discapacidad sensorial relacionado con el sentido de la vista. Se encuentran dentro de este conjunto, la ceguera, pérdida graduales de visión y problemas de visualización de colores y daltonismo.[Moriano, 2007]
- **Discapacidades Auditivas:** Es el conjunto de discapacidad sensorial relacionado con el sentido del oído. Se divide en sordera y restos auditivos o hipoacusia. Definiéndose como discapacidad auditiva cualquier pérdida o anomalía física o anatómica en el sistema auditivo que genere limitaciones en la capacidad de oír. [Moriano, 2007]
- **Discapacidades Físicas:** Es el conjunto de discapacidades están relacionadas con la capacidad de movilidad del usuario, es decir discapacidades motrices. Entre ellas se incluyen la debilidad, limitaciones musculares de control, ya sea por parálisis, descoordinación o movimientos involuntarios, problemas de

sensibilidad, dificultades con las articulaciones, e incluso falta de miembros, y en general cualquier situación de imposibilidad de realizar acciones motrices.

- **Discapacidades Cognitivas:** Se engloba dentro de discapacidades cognitivas aquellas discapacidades relacionadas con problemas que tienen ciertas personas en aspectos como la lectura, el lenguaje, la memoria, la salud mental, la percepción, etc. [Moriano, 2007]
- **Discapacidades Múltiples:** Dentro de la diversidad existente en cuanto a tipos de discapacidad, puede decirse que una persona sufre discapacidad múltiple cuando está afectada por dos o más discapacidades diferentes.
- **Discapacidades Relacionadas con el Envejecimiento:** El envejecimiento de la población es permanente. Según la OMS [OMS, 2013b], en el último medio siglo la proporción de personas en avanzada edad ha ido aumentando continuamente hasta más del 11% de la población actual y con estimaciones de alcanzar el 22% (2000 millones de personas) para mediados de este siglo. Hay que tener en cuenta los problemas ocasionados por el envejecimiento y considerarlos como discapacidad ya que con el aumento de edad se pueden producir cambios sutiles y paulatinos en capacidades como la visión, la audición, la destreza físcicomotriz o la memoria entre otros ejemplos.

2.1.2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

Una vez explicados el concepto de accesibilidad y las discapacidades existentes entre la población es de obligado cumplimiento mostrar una aproximación a la legislación y normativa vigentes tanto a nivel internacional como nacional con el objetivo de proporcionar una mayor accesibilidad.

A continuación se indican algunas de las normas y leyes más representativas e importantes en lo referido a la accesibilidad desde el aspecto global a nivel mundial hasta el más concreto que nos afecta a nivel nacional en España.

2.1.2.1. LEGISLACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD A NIVEL INTERNACIONAL

A nivel internacional, la Organización de Naciones Unidas, ONU, en diciembre de 1993 aprobó las *"Normas Uniformes sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad"* [ONU, 1993]. Estas normas pretenden *"Garantizar que las personas, ya sean niños, niñas, mujeres u hombres con discapacidad, en su calidad de miembros de sus respectivas sociedades, puedan tener los mismos derechos y obligaciones que los demás"*. El fundamento político y moral en que se apoyan se encuentra en la *"Carta Internacional de Derechos Humanos"* [CINU, 1948].

En el artículo 5, sobre posibilidades de acceso [ONU, 1993], se declara que *"los estados deben reconocer la importancia global de las posibilidades de acceso dentro del proceso de lograr la igualdad de oportunidades en la sociedad"*. Indica que los estados deben comprometerse a unas acciones determinadas para las personas con diversidad funcional independientemente de su tipo.

De esta manera, los integrantes de las Naciones Unidas [CINU, 1948] se comprometen a luchar por la integración plena de las personas con diversidad funcional con el objetivo de una sociedad igual para todos y sin discriminación.

En el marco europeo, lo más destacable en lo concerniente a la accesibilidad se encuentra dentro de la *"Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea"* [EUR, 2000]. Los valores de la carta promueven dentro de la Unión Europea *"los valores indivisibles y universales de la dignidad humana, la libertad, la igualdad y la solidaridad basándose en los principios de la Democracia y del Estado de Derecho, situando a la persona como el centro de actuación"*. Además se establece la *"prohibición de toda discriminación por motivos de sexo, raza, color, orígenes étnicos o sociales, genética, lengua, religión, convicción política, pertenencia a minoría, patrimonio, nacimiento, discapacidad, edad, orientación sexual"*, etc.

2.1.2.2. LEGISLACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD EN ESPAÑA

España pertenece a diferentes organizaciones internacionales, ya sean a nivel europeo como mundial, que le hacen adoptar y tomar como propias medidas sobre los

derechos y obligaciones de las personas. En este punto se exponen las más importantes en relación a la accesibilidad.

- **LEY 51/2003 de "igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad"**: Conocida como LIONDAU [LIONDAU, 2003], pretende reforzar el vacío legal existente que había hasta el momento en España. Se basa en los conceptos de no discriminación, actuación positiva y accesibilidad universal a través de medidas graduales en todos los entornos, productos y servicios. Será de obligado cumplimiento proporcionar unas *"condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y de cualquier medio de comunicación social"*.
- **LSSICE, Proyecto de Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico**: La Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico [LSSICE, 2003], a través de la Comisión de Ciencia y Tecnología en un dictamen emitido recoge que *"se contempla en la Ley una serie de previsiones orientadas a hacer efectiva la accesibilidad de las personas con discapacidad a la información proporcionada por medios electrónicos, y muy especialmente a la información suministrada por las administraciones públicas"*.
- **Ley de Firma Electrónica**: La Ley 59/2003 de diciembre sobre firma electrónica [BOE, 2003] indica en su novena disposición sobre la *"Garantía de accesibilidad para las personas con discapacidad y de la tercera edad"* que los dispositivos, procedimientos, servicios y procesos de firma electrónica habrán de ser completamente accesibles a las personas con discapacidad y de la tercera edad.
- **Anteproyecto de Ley de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información**: Este anteproyecto de ley [LMISI, 2006] se basa en el conjunto de medidas que conforman el plan para el desarrollo de la sociedad de la información aprobado por el Gobierno en noviembre del 2005. En este plan se

indica que desde el año 2009, las páginas de Internet de las *"Administraciones Públicas satisfarán, al menos, el nivel medio reconocido de los criterios de accesibilidad al contenido siempre que ello sea técnicamente viable y económicamente razonable y proporcionado"*. Su objetivo es suprimir las barreras existentes en la utilización de las tecnologías de la información y de la comunicación, y así poder garantizar los derechos de los ciudadanos en la nueva sociedad de la información.

➤ **Cooperación e Integración Social de Personas con Minusvalía y para el desarrollo de una Sociedad de la Información:** En el año 2001, se firma un Convenio entre el Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales, [CERMI, 2001] el CERMI y la Fundación ONCE para la *"Cooperación e Integración Social de Personas con Minusvalía y para el desarrollo de una Sociedad de la Información donde estén integradas las personas con discapacidad"*. Este acuerdo [BOE, 2000] constituye una serie de acciones:

- Promover la accesibilidad en los servicios públicos por Internet, incluyendo la disposición de terminales adaptados.
- Suscitar el desarrollo de tecnologías para adaptar los servicios y productos ya existentes a través de dispositivos estándares y de tecnologías para la rehabilitación.
- Adopción de las directivas WAI [WAI, 1994] en los portales web públicos a través del concepto de diseño para todos.
- Generar iniciativa en pro de la implementación de programas de formación adaptados a las necesidades de las personas con discapacidad.
- Crear iniciativas para la definición de normativa y estándares en cuestión de accesibilidad a los servicios y productos multimedia presentes en la sociedad de la información para garantizar desde el principio la capacidad de uso universal en todos los usuarios.

2.1.2.3. NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD

Tanto a nivel internacional como nacional existen diversos organismos encargados de la creación de normativa técnica. Algunos de los más importantes son: ISO, International Standards Organization [ISO, 1947], CEN, European Committee for

Standardization [CEN, 1961], y en España, el principal es AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR, 1986].

En España se ha avanzado en el concepto de accesibilidad con la creación de algunas de las normas reguladoras más relevantes. Las más importantes son:

- **AENOR 170. Norma UNE 170001-1:2001. Accesibilidad global: criterios para facilitar la accesibilidad al entorno. Requisitos DALCO:** Los requisitos DALCO (Deambulaci3n, Aprehensi3n, Localizaci3n y Comunicaci3n) complementan los requisitos de gesti3n de la accesibilidad global en la segunda parte de la norma [AENOR, 2001].
- **AENOR 170. Norma UNE 170001-2:2001. Accesibilidad global: sistema de gesti3n de la accesibilidad global:** La norma [AENOR, 2001] define disposiciones que constituyen una serie de requerimientos gen3ricos aplicables en todo tipo de organizaciones, sin que importe su tama1o o actividad. Ofrece un mecanismo para el desarrollo de un sistema de gesti3n de la accesibilidad global al entorno construido en el que se pueda disfrutar de bienes y servicios para que sus usuarios superen las limitaciones que se encuentren.
- **AENOR 170. Norma UNE 170006:2003 IN. Accesibilidad global: Pautas para que las normas tengan en cuenta la accesibilidad:** AENOR proporciona guías donde se muestran las pautas a seguir para la inclusi3n de la accesibilidad en productos y servicios [AENOR, 2003]. Dise1a aspectos elementales de accesibilidad y p3rdida de capacidades sensoriales, f3sicas y cognitivas que deben considerarse sobre accesibilidad en el consumo.
- **CTN 153. Norma UNE 153010 Ayudas t3cnicas. Subtitulado para sordos:** La Norma UNE de Subtitulado para sordos [UNE, 2012] se elabor3 en base a las opiniones, preferencias, requerimientos y experiencias de uso del colectivo de personas sordas y sus familias. Su prop3sito principal es la especificaci3n de los requisitos m3nimos de calidad y homogeneidad para el subtitulado de programas dirigidos a personas sordas y con discapacidad auditiva a trav3s del teletexto tanto en programas en directo como en diferido.

- **CTN 153. Norma UNE 153020 Ayudas técnicas. Audiodescripción:** La Norma UNE de Audiodescripción para todos [UNE, 2005] establece un código de buenas prácticas a través de un *"conjunto de técnicas y habilidades aplicadas, para compensar la carencia de captación de la parte visual contenida en cualquier tipo de mensaje, suministrando una adecuada información sonora que la traduce o explica, de manera que el receptor discapacitado visual perciba dicho mensaje de la forma más parecida a como la percibe una persona que ve."* Estas pautas se aplican a las producciones de televisión, teatros, cines, museos, o cualquier otro modo de audioguía.

- **CTN 139 / SC8. Norma UNE 139802:2003 Accesibilidad en informática. Accesibilidad de Software:** Norma UNE sobre Accesibilidad Software [UNE, 2003b] donde se constituyen las características que debe cubrir el software de un dispositivo, incluyendo su entorno operativo, las aplicaciones informáticas y la documentación asociada, para que puedan ser utilizados por la mayor parte de las personas.

- **CTN 139 / SC8. Norma UNE 139801:2003 Accesibilidad en informática. Accesibilidad de Hardware:** Norma UNE sobre Accesibilidad de Hardware [UNE, 2003c] donde se constituyen las características que han de incorporar los componentes físicos de los dispositivos y la documentación asociada, para que puedan ser utilizados por la mayor parte de las personas de forma autónoma o mediante ayudas técnicas.

2.2. DERECHO SOBRE EL ACCESO A LA EDUCACIÓN

En la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad [ONU, 1993] se indica que los diferentes Estados están en obligación de asegurar que las personas con discapacidad tengan acceso a la educación en igualdad de condiciones.

Para ello los organismos competentes deberán colaborar con las entidades educativas garantizando que se proporcionan los mecanismos necesarios para una educación de calidad y equitativa a las personas con necesidad como indica la

LIONDAU [LIONDAU, 2003], de manera que se acometan ajustes según las necesidades individuales, prestando apoyo y medidas personalizadas.

A continuación se muestra una tabla con datos comparativos sobre el nivel académico general entre personas con discapacidad frente a la población total de Madrid. Estos resultados pueden verse en el "Plan de Acción para Personas con Discapacidad de la Comunidad de Madrid 2005-2008" [Madrid, 2005].

Nivel académico	Personas con discapacidad	Población total
Analfabeto por causas físicas o psíquicas	3,8%	0,2%
Analfabeto por otras causas	1,2%	0,4%
Sin estudios	18,1%	4,5%
Primarios y Secundarios de primer ciclo	56,4%	41,8%
Secundarios y Profesionales de segundo ciclo	12%	26,7%
Profesionales superiores y Universitarios	8,5%	26,4%
TOTAL	100%	100%

Tabla 1: Comparativa nivel académico población con discapacidad y total

La tabla no ofrece un caso globalizado a nivel general ya que sólo trata la población de Madrid, pero es suficientemente representativo para comprobar cómo se generaliza el menor nivel académico de las personas con discapacidad.

2.2.1. ELIMINANDO BARRERAS

Dentro de la sociedad en general y en la educación en particular, como ya se ha explicado en varios puntos y apartados anteriores, es completamente necesario proporcionar mecanismos que eliminen las barreras existentes por las diferentes discapacidades. En este subapartado se muestran en detalle los aspectos relacionados con la discapacidad auditiva pues es donde se centra la naturaleza de este proyecto.

El hecho de sufrir una discapacidad auditiva alta implica un inconveniente para que las personas puedan acceder con normalidad a la educación. Los problemas en la comprensión del lenguaje, la inteligibilidad, falta de audición, etc., pueden requerir

diferentes necesidades específicas que si no se ven cubiertas afectarán al discapacitado en su comunicación oral impidiendo una interrelación normal con otras personas.

Según el medio de comunicación las personas con discapacidad auditiva pueden distinguirse dos grupos diferentes: quienes se comunican mediante lengua de signos, es decir signantes, y aquellas capaces de comunicarse mediante lenguaje oral, u oralistas.

En el caso de las personas signantes, dado que la comunicación suele ser acotada entre ellos, el principal problema se debe a que tengan un carácter de cultura propia y se encuentren ante un aislamiento social originado porque el uso de la lengua de signos no es comúnmente conocida en círculos ajenos a la comunidad sorda.

En cambio, las personas oralistas con discapacidad auditiva encuentran otro tipo de problemas derivados en mayor medida por sufrir en su infancia una reeducación del lenguaje oral y con posterioridad no emplearon habitualmente el lenguaje de signos. Esta situación conlleva el encontrarse en una situación de invisibilidad como personas sordas de cara a la sociedad, incluso llegando a no reconocerse públicamente, lo que provoca ciertos problemas de aislamiento derivables a problemas mentales al no disponer de medios alternativos para adquirir el conocimiento.

En conclusión, se puede ver que existe variedad dentro de las personas con discapacidad auditiva tanto en tipología como en necesidades, aunque tienen en común que los problemas a que se enfrentan en su vida diaria en general y en la educación en particular son de características similares. Por ello, es importante hallar variedad de ayudas que conjuntamente consigan hacer frente a todos los problemas que puedan tener en el acceso a los contenidos y recursos de información.

Este intento por unificar soluciones hace necesario un esfuerzo en la adecuación de los recursos educativos para que puedan ser utilizados y accedidos por personas con problemas auditivos. Las soluciones pasan generalmente por el empleo de elementos visuales con la información que no pueden adquirir auditivamente. Principalmente es la transcripción de los materiales educativos utilizables por los profesores eliminando el problema de comunicación entre el profesor y el alumno con discapacidad y facilitando que el alumno pueda seguir los contenidos al mismo ritmo que el resto de alumnos.

2.2.2. PRODUCTOS DE APOYO

Los principales productos de apoyo para ofrecer el contenido a las personas con problemas de audición se basa en el empleo de bucles magnéticos o equipos con sistema de frecuencia modulada (FM) en el aula. En esta línea también existe la posibilidad de presentación en algún medio alternativo (como por ejemplo una pantalla) de la transcripción con la locución del profesor. En general se distinguen dos tipos de ayudas según su naturaleza técnica: colectiva o individual. [CNICE, 2006]

2.2.2.1. TÉCNICAS INDIVIDUALES

Las ayudas técnicas individuales están orientadas a satisfacer las necesidades de los receptores individualmente. De cara al resto de participantes pueden pasar inadvertidas ya que no interfieren en el flujo de intercambio de comunicación.

- **Prótesis auditivas:** Como prótesis auditivas, se entienden a los audífonos e implantes cocleares. Aportan un medio de vital importancia en el acceso al lenguaje ya que son prótesis dedicadas a ofrecer una señal de audio modificada y amplificada que la haga funcional y audible gracias a la corrección y rehabilitación sufrida.
- **Sistemas de inducción magnética y frecuencia modulada:** Estos sistemas de pequeño tamaño constan de un transmisor desde el lado del emisor o profesor en este caso y de un receptor en el lado del alumno. Evitan interferencias mediante un sistema de amortiguación del ruido ambiente y eliminando la distancia física entre los dos extremos de la comunicación.

2.2.2.2. TÉCNICAS COLECTIVAS

Las ayudas técnicas colectivas están orientadas a satisfacer las necesidades de los receptores de manera grupal. De este tipo son los métodos de reeducación, la inducción magnética acondicionada para entornos colectivos y el subtitulado.

- **Reeducación auditiva:** Son sistemas de potencia y tratamiento de la señal auditiva superior a los audífonos de uso individual. Están apoyados en material informático de tratamiento del sonido y reeducación de la voz donde se incluyen aspectos gramaticales de vocabulario y lectura mejorando la calidad de la señal acústica adaptándose a la curva audiométrica de cada caso.
- **Inducción magnética acondicionada:** Este método utiliza la potencia del sistema de inducción magnética individual, pero aumenta su alcance al incorporar al resto de participantes de la sala pudiendo seguir los diálogos de todas las personas presentes y activas. Se amplía el perímetro formado por el bucle y se recogen las señales de sonido para ser transformadas a señales magnéticas que serán recogidas finalmente por los audífonos individuales.
- **Subtitulado:** Basado en la proyección de la transcripción de la voz emitida en una sesión. Permite a los receptores seguir el contenido con el valor añadido de tener la locución representada visualmente.

2.2.3. SUBTITULADO

El subtitulado es el proceso de conversión a formato visual, generalmente texto, de la mayor cantidad de elementos de audio dentro de un evento de comunicación. Entendiendo como tales aquellos elementos del discurso hablado por una o varias personas y los elementos de audio relevantes existentes como pueden ser la entonación, el énfasis, los ruidos del entorno, etc.

Con el subtitulado se permite la comprensión de los eventos a las personas con discapacidad auditiva así como a las personas que no dominan el idioma original. Puede emplearse además como alternativa del audio en situaciones con deficiencias acústicas proporcionando accesibilidad a personas sin discapacidad en entornos desfavorables.

2.2.3.1. TIPOLOGÍA

Los subtítulos se pueden clasificar de acuerdo a varios criterios, por ello a continuación se muestran sus diferentes tipos, así como algunas de las tecnologías con que se aplican: [DeCastro, 2011a]

- **Audiencia:** Los subtítulos pueden diferenciarse en base a la audiencia que tiene acceso a ellos:
 - **Abiertos:** Cuando los subtítulos se muestran de manera simultánea siendo vistos por varias personas simultáneamente en la misma pantalla.
 - **Cerrados:** Cuando los subtítulos son mostrados a una única persona permitiendo ver los subtítulos independientemente del resto de personas.
- **Idioma:** En función del idioma los subtítulos pueden diferenciarse en subtitulado interlingüístico y subtitulado intralingüístico:
 - **Interlingüístico:** Cuando el idioma en que se presenta el texto del subtítulo no es el mismo que se encuentra en el audio original.
 - **Intralingüístico:** Cuando el idioma del subtítulo es el mismo que el del audio original.
- **Tiempo:** Esta diferenciación se da con respecto al momento de tiempo entre que se genera el subtítulo respecto del audio del evento:
 - **Tiempo real:** Cuando el subtítulo se va generando a medida que el evento de audio va sucediéndose.
 - **Diferido:** Cuando la realización del subtítulo es posterior al momento en que se produjo el evento. Requiere de un recurso audiovisual alternativo para poder utilizar el audio que se produjo en el evento.
- **Funcionalidad:** Esta clasificación hace referencia a la función que se dedican los subtítulos, es decir, según el tipo de información proporcionada:
 - **Narrativos:** Cuando se ajustan a la transcripción de audio que se lleva a cabo en la acción.
 - **De contenido:** Cuando ofrecen información de forma adicional sin necesidad de estar asociadas a un audio o vídeo.
 - **Forzados:** Cuando su aparición busca transcribir diálogos o audio en otro idioma. Pueden aparecer traducidos o no según necesidad.

- **Informativos:** Cuando incorporan información extra sin formar parte del contenido.
- **Para sordos:** Cuando muestran información contextual para la comprensión del contenido, como por ejemplo ruidos de entorno.
- **Literalidad:** Esta clasificación se basa en la exactitud del texto del subtítulo y su fragmento verbal del audio:
 - **Literal:** Cuando se ajusta la transcripción total o casi totalmente a la literalidad del contenido hablado.
 - **Adaptado:** Cuando el contenido del subtítulo no es exacto a lo hablado pero sufriendo alguna modificación que mantenga su equivalencia reduce su tamaño con expresiones más cortas y sencillas de leer.
- **Distribución:** Esta clasificación hace distinción en base al medio audiovisual utilizado y la manera de presentarlos:
 - **Incrustados:** También llamados "permanentes", se proporcionan ya insertados en la propia imagen a la que acompañan, de modo que es imposible separarlos entre sí. Su ventaja es que no necesitan utilizar elementos especiales para su reproducción al ir unidos a la imagen y por lo tanto evita la necesidad de renderizar el texto. En consecuencia se penalizan opciones como la configuración (color, fuente, tamaño); disponibilidad de varias fuentes (varios subtítulos de diferentes idiomas); ni tener la opción de ocultar los subtítulos; y además el hecho de incrustarlos en las imágenes puede provocar una pérdida de calidad al incorporar fragmentos de difuminados alrededor del texto.
 - **Flotantes:** También denominados "prerenderizados", se proporcionan en formato de imagen separados del flujo de vídeo. De igual manera que los incrustados tampoco pueden ofrecer cambios en la configuración, en cambio permiten tener varias fuentes de subtitulado donde elegir para el mismo vídeo. Por último, necesitan que el reproductor sea compatible con su formato para poder visualizarlos y generalmente están codificados en un peso reducido lo que implica que sean de baja calidad.
 - **Aislados:** Estos subtítulos se envían sin renderizar a través de un flujo alternativo al del vídeo original. En este flujo se indican las marcas de tiempo y el texto junto a otros parámetros compatibles con el reproductor para que sean representadas. Su uso está extendido ya que tienen un peso

bajo al ser almacenados en texto y no como imágenes, su creación es sencilla, y ofrecen la posibilidad de ajustar la configuración del formato de visualización durante la reproducción.

2.2.3.2. FORMATOS

Los formatos en los que se pueden almacenar y enviar la información del subtítulo son muy variados. Dependen de la técnica de distribución empleada ya que existen numerosas variantes de información con sus diferentes opciones según el sistema al que sean destinados.

La información esencial a almacenar en los archivos de subtítulos son las marcas de tiempo de presentación o entrada y borrado o salida, y el propio texto. En lugar de texto plano, podrían ser imágenes evitando la necesidad de que el reproductor tenga que renderizar pero ocupando más tamaño.

Además del texto y el tiempo que siempre estarán, en estos ficheros adicionalmente se puede almacenar en función del formato información diversa que permite configurar elementos como el estilo en que se presentará el subtítulo, es decir, el color, la fuente, la tipología, etc.

2.2.3.3. ESCENARIOS

Hace unos años el empleo del subtítulo estaba restringido a determinados eventos, productos y situaciones. En la actualidad existen muchos entornos en los que es posible ofrecer esta alternativa visual como apoyo a problemas de acceso al audio. De hecho, existen múltiples ámbitos de comunicación donde el subtítulo supone la principal ayuda para la comprensión de su contenido.

Teniendo en cuenta las implicaciones tecnológicas en función de aquello que se desee subtítular existen dos tipos de escenarios: subtítulo en tiempo real o en diferido.

- **Subtitulado en tiempo real:** Se basa en la transcripción de forma inmediata del discurso de uno o varios locutores. La creación y presentación de cada línea de subtítulos debe suceder de la manera más síncrona posible con el audio.
- **Subtitulado en diferido:** Este escenario se encuentra cuando se pretende generar subtítulos desde un vídeo disponible previamente y que no sucede en ese preciso instante. Se debe transcribir el contenido de lo que se dice junto con algún elemento de entorno contextual, respetando la norma de subtitulado [UNE, 2012] y sincronizado manualmente sus tiempos de aparición y desaparición con su momento en el vídeo. Este escenario implica un proceso lento y con un alto esfuerzo, aunque garantiza un bajo porcentaje de errores.

2.2.4. SUBTITULADO EN DIFERIDO

En el punto anterior se ha adelantado de forma breve el escenario clásico de subtitulado, el diferido, donde se ha visto que la principal característica viene por el momento de presentación de los subtítulos respecto a su creación ya que se dispone de tiempo previo para su desarrollo. Está pensado para hacerse con antelación a la representación del evento, es un proceso lento y sencillo pero muy laborioso aunque tiene las ventajas de, primero generar una tasa de errores mínima dado que se dispone de tiempo suficiente para su realización y, segundo permitir ofrecer los subtítulos en repetidas ocasiones de reproducción del evento.

La tecnología necesaria para llevar a cabo la tarea de subtitulación es simple y se basa en la transcripción a texto del audio que se quiere reflejar en los subtítulos sin necesitar de otro método más complejo y costoso. El subtitulador dispone de tiempo suficiente para realizar el trabajo por lo que su principal tarea es la de procurar que los subtítulos estén sincronizados con sus pares en el audio y que se cumpla el estándar de subtitulado [UNE, 2012].

A pesar de ser sencillo puede resultar un trabajo muy lento por lo que los subtituladores suelen apoyarse en herramientas software que agilicen y faciliten el proceso. Actualmente, ya sea tanto para uso profesional como aficionado existen múltiples aplicaciones tanto propietarias como gratuitas dedicadas a la generación de

subtítulos para material audiovisual. Cada una de ellas dispone de características específicas propias según su alcance en cada caso y operan de diferente manera, si bien, existen una serie de premisas y condiciones que deben cumplir para una buena funcionalidad. Esta serie de constantes están asociadas a cuestiones de sentido común que en todos los casos faciliten y mejoren la velocidad y comodidad en la labor de creación del subtítulo. Seguidamente se pueden ver las más importantes:

- **Gestión de subtítulos:** Debe haber una sección donde se permita cargar los archivos compatibles de subtítulos con su orden de tiempos desde alguna ubicación del equipo. Se pueden editar su contenido y estructura de manera sencilla y cómoda gracias a la visión global que aporta.
- **Gestión de vídeo y audio:** El tiempo de presentación de un subtítulo viene determinado por el fragmento de tiempo (inicio y fin) del audio al que hace referencia. Entonces, resulta útil tener acceso desde la misma ventana de trabajo a la vista del subtítulo, a la vista del vídeo, al audio, y su fragmento de ondas opcionalmente. Teniendo toda esta información adicional se hace más preciso, a la vez que sencillo acotar la zona exacta de donde se escucha o dice lo que se quiere subtítular.
- **Gestión de tiempo:** Esta sección está totalmente ligada a la anterior en tanto que la sincronía entre audio, vídeo y subtítulo es preciso que sea lo más exacta posible para asegurar la mejor comprensión por el usuario destinatario. Debe proporcionar algún mecanismo para delimitar y asignar tiempos de inicio y fin marcando los intervalos precisos en que se sitúan los subtítulos.
- **Gestión de formato:** Debe proporcionar una sección de configuración que permita editar y modificar parámetros acerca del aspecto visual de los subtítulos sobre la imagen. Algunos de estos estilos son el color, la posición dentro del cuadro visual (también denominado caja), el tamaño, la transparencia, y la fuente de letra.

Como se ha mencionado en varias ocasiones, el subtítulo en diferido es relativamente sencillo y de baja complejidad por lo que es frecuente encontrarse con

herramientas gratuitas a pesar de no disponer de todas las ventajas de otras de pago. A continuación se muestra un listado con algunas de las herramientas más populares tanto de pago como gratuitas: [Vela, 2007]

- Aegisub: Gratuita. Multiplataforma. Muy versátil en capacidades de modificación de estilos.
- FAB Subtitler: De pago. Forma parte de una empresa con diferentes paquetes como Standard Edition, DCD Edition, Broadcast Edition, etc., dirigidos a profesionales. Es uno de las aplicaciones de subtitulado más completas del mercado.
- Jubler: Gratuita. Basada en Java para pequeñas aplicaciones.
- Subtitle Workshop: Gratuita. Basada en windows.
- Cavena Tempo: De pago. Origen sueco.
- Spot: De pago. Origen Holandés.
- Magpie: Gratuita. Basada en Java.
- Subtitler Suite: De pago. Creada por SoftNi. Origen estadounidense.
- Gaupol Subtitle Editor: Gratuita. En plataforma Linux y Windows.

2.2.5. SUBTITULADO EN DIRECTO

En una breve reseña anterior se ha adelantado cómo la naturaleza del escenario de subtitulado en directo radica en que el evento audiovisual y el acto de subtitulado se dan paralelamente. Es necesario componer los subtítulos en tiempo real a partir de un flujo de audio cuyo guión es desconocido al suceder en el momento. Este escenario es más complejo que el diferido, básicamente por ir recibiendo progresivamente la información de audio, y porque es necesario transcribirla con la mayor celeridad posible para que la presentación de los subtítulos sea lo más síncrona posible respecto del audio.

Los métodos para realizar subtitulado en directo se basan en la transcripción de la voz a texto. Actualmente las dos posibilidades existentes se basan en el reconocimiento del habla y la estenotipia.

2.2.5.1. ESTENOTIPIA

La estenotipia computerizada es una técnica de subtitulación diseñada para conseguir una presentación rápida en tiempo real. Se basa en la utilización de teclados

diseñados específicamente para que una persona (estenotipista) entrenada pueda transcribir el texto a la misma velocidad que el discurso, mediante abreviaturas y otras técnicas especiales. La máquina de estenotipia está asociada a un terminal que recoge las pulsaciones del estenotipista traduciéndolas a sílabas o palabras donde se va creando el subtítulo final.

Un valor añadido a este método es que la persona encargada de transcribir tiene la oportunidad de recoger los signos de puntuación e información sonora relevante del entorno, como por ejemplo: aplausos, risas, entonaciones, ruidos, etc. Es un sistema de transcripción muy aconsejable para transcripciones en tiempo real ya que proporciona una alta velocidad con una tasa baja de error.

En contrapartida tiene el alto coste de su producción debido a la poca disponibilidad de personas estenotipistas existentes. Por ello no es recomendable para transcripción masiva de audio, por la carga que supone al ser en directo, necesitando períodos de rotación. Suele emplearse en eventos aislados en directo donde se necesita una calidad aceptable con el menor retardo posible.

2.2.5.2. REHABLADO

La otra técnica principal de subtítulo en directo es el Reconocimiento Automático del Habla, ASR, donde los sistemas desarrollados consiguen una transcripción textual a partir de un audio de entrada con la señal de voz de una persona captada a través de un micrófono.

Se suele emplear reconocimiento de voz mediante "rehablado" para subtítular en directo en las situaciones que no cubre la estenotipia, dado que el coste de la misma es excesivo. El rehablado está basado en la repetición progresiva de la locución a transcribir. La realizará una persona entrenada bajo un entorno controlado y carente de ruidos, y dotado de los mecanismos suficientes para entregar su voz limpia al sistema de reconocimiento del habla. Al momento de pasar al sistema al dictado del texto a transcribir, los rehabladores editan los subtítulos corrigiendo si fuese preciso.

A pesar de necesitar también de personal especializado, la técnica de rehablado para reconocimiento de habla automática es menos costosa económicamente que la estenotipia aunque su tasa de subtítulos es más baja y conlleva un proceso con más retardo. Es utilizado sobretodo en contextos masivos como por ejemplo la televisión.

2.2.5.3. PROBLEMÁTICA DEL SUBTITULADO EN DIRECTO

Al contrario que en el subtulado en diferido, no se dispone de tiempo alternativo para poder procesar, transcribir y sincronizar los subtítulos con su momento de aparición en tiempo real. Obviamente es necesario un tiempo de procesado desde que la voz emite el audio, el sistema o persona la recibe, genera la transcripción y se presenta. Este tiempo es el responsable de que los subtítulos se proyecten con un retardo normalmente no constante que puede hacer difícil la comprensión del contenido respecto al contexto visible del momento. En ocasiones será posible reducir el retardo pero se penalizará la calidad de los subtítulos ya que la respuesta será más rápida pero imprecisa. Por lo tanto, los principales problemas en el subtulado en directo son el retardo y la calidad.

- **Retardo:** Es el problema con mayor reivindicación desde el colectivo de consumidores de subtulado. El tiempo que en ocasiones se tarda en obtener y presentar el subtítulo en escenarios en directo puede ser muy alto y excesivo para un buen entendimiento del contenido hablado. El método de estenotipia es el que menos retardo genera aunque es muy costoso, en cambio el método de rehablado por su menor coste es más empleado a pesar de llevar asociados mayores retardos. Actualmente existen investigaciones sobre tecnologías que pretenden solucionar este problema mediante retardo de la señal de vídeo y posterior sincronía con el flujo de subtítulos, es decir, se retrasa el vídeo hasta estar en consonancia con el subtítulo mientras se sigue recibiendo paralelamente el audio de manera que no se note el retardo real de cara al usuario [DeCastro, 2011b]. Estos métodos en cambio sólo son aplicables en situaciones de flujo de audio vía streaming o emisión televisiva.
- **Calidad:** El problema de la calidad en los subtítulos está totalmente ligado a la velocidad en que estos deben generarse. En los escenarios de subtulado en

diferido no se dan estos problemas ya que se tiene el tiempo suficiente para realizar cualquier edición necesaria para ajustar a la calidad de los subtítulos. En los escenarios en directo hay que presentar los subtítulos lo antes posible, por ello frecuentemente tienen fallos y su calidad puede llegar a ser muy baja para una correcta comprensión. No obstante, en ocasiones los errores pueden encontrarse en palabras puntuales que no molestan en la comprensión global de los subtítulos como es el caso de artículos, preposiciones y nexos.

2.3. RECONOCIMIENTO DE VOZ

El reconocimiento de voz se ha introducido como el procedimiento por el cual se obtiene un conjunto de palabras que forman el subtítulo para la señal acústica capturada por micrófono. Esta tecnología es la base de los sistemas de subtítulo masivo de eventos audiovisuales en directo en los últimos años, incorporándose en transcripción de programas televisivos, eventos de educación y similares.

Las etapas por las que pasa un fragmento de audio desde que llega al sistema hasta que se "traduce" y se presenta son tres:

- Procesamiento o análisis del habla.
- Clasificación de modelo acústico.
- Análisis en función del modelo del lenguaje.

Para las distintas etapas, el ASR dispone de un diccionario de palabras, modelos acústicos y modelos del lenguaje, que trabajaran en armonía y son necesarios durante el proceso de reconocimiento.

En el procesamiento o análisis del habla se toma la señal de audio y se extraen diversas características necesarias para su procesado. Seguidamente, empleando el modelo acústico se trata de determinar con qué unidades acústicas se corresponde cada segmento de señal, para después construir un resultado en función de la estructura aportada por el modelo del lenguaje. Finalmente la decodificación de la secuencia de unidades acústicas se realiza aplicando un algoritmo de búsqueda en árbol para obtener el conjunto de palabras más probable que se corresponda con el audio.

Existen dos contextos diferentes de aplicación del reconocimiento del habla. El más sencillo es el destinado al reconocimiento de comandos puesto que el universo del discurso aplicable es más reducido y hace más asequible y eficaz el reconocimiento de palabras al estar acotadas. El otro contexto es el de habla continua, es más complejo dado que el conjunto de palabras aplicables y el número de combinaciones posibles es enorme. Los problemas se derivan de la necesidad de gran potencia de cálculo para la generación de resultados.

Como resultado final, los ASR proporcionan la secuencia de palabras que en base a los criterios internos del diccionario y los modelos de lenguaje disponibles considera más probables. Evidentemente esto no significa que la secuencia sea correcta puesto que habrá varias probabilidades de combinaciones que no siempre son la acertada. Existen aspectos en los sistemas de reconocimiento de habla que condicionan los resultados como por ejemplo la entonación, la pronunciación, el volumen, la claridad, etc., ya que pueden distorsionar la señal y confundir al reconocedor. Una manera de corregir estos errores es invirtiendo un tiempo considerable en el entrenamiento de perfiles para adaptar progresivamente los modelos de lenguaje a la manera de hablar de la persona.

Por último, es importante evaluar dónde es apropiado utilizar esta tecnología ya que para lograr unos resultados con buena calidad en ocasiones será necesario recurrir a correcciones posteriores a la transcripción, implicando mayores costes por el esfuerzo y aprendizaje que supone. Entonces, los mejores escenarios para emplear el reconocimiento son aquellos donde el audio está claro y limpio, la dicción es correcta y adecuada con una forma de locución contenida, entorno sin interferencias ni ruidos de fondo y sin múltiples personas hablando simultáneamente.

En conclusión, de cara al futuro las tecnologías de reconocimiento del habla serán las más utilizadas puesto que permiten reducir los costes de subtitulado al ser capaces de transcribir el texto hablado de forma masiva. Con todo, incluso el mejor sistema ASR actual aún se encuentra con unos valores de calidad y tasas de acierto lo suficientemente por debajo como para no proporcionar resultados aceptables de cara a la comunidad con necesidades auditivas especiales.

2.3.1. HERRAMIENTAS DE RECONOCIMIENTO DE VOZ

En los últimos años los sistemas ASR han evolucionado notablemente, y existen múltiples soluciones ya implementadas, tanto gratuitas como de pago. La gran mayoría utilizan el mismo tipo de núcleo pero aportan diferentes adaptaciones optimizadas para aplicaciones específicas.

A continuación se muestran algunas de las herramientas de reconocimiento de habla continua más conocidas:

- **Dragon Naturally Speaking:** DNS es uno de los reconocedores de habla más potentes. Ha sido desarrollado y comercializado por Nuance Communications para Windows tanto en 32 como en 64 bits. Ofrece tres funcionalidades diferentes: Síntesis de voz, entrada de comandos y dictado. Además facilita el entrenamiento de perfiles y la corrección de transcripciones. Incluso dispone de un paquete de desarrollo SDK para realizar aplicaciones que usen su motor de reconocimiento.
- **ViaVoice:** Propiedad de Nuance actualmente, fue creado por IBM y es un sistema de reconocimiento del habla similar a DNS con un gran vocabulario. Su versión actual únicamente funciona en sistemas integrados. En la comparación con DNS puede destacarse que el rendimiento de ambos es diferente, mientras que DNS tiene mejores tasas de acierto, ViaVoice tarda menos en procesar y devolver los resultados. Esto se debe a que ViaVoice devuelve reconocimiento de palabra por palabra y al contrario DNS espera a los silencios para generar bloques de palabras como frases completas.
- **Xvoice:** Es una evolución de ViaVoice donde se ofrece un reconocedor de habla continuo y control de voz para aplicaciones bajo entorno Unix. No es un software libre y requiere de la licencia de IBM ViaVoice Engine para funcionar.
- **HTK:** Es un software libre desarrollado por la Universidad de Cambridge, pero los derechos del código fuente original pertenecen a Microsoft. Hidden Markov Model Toolkit es un conjunto de herramientas que permiten construir y

manipular modelos ocultos de Markov. Estos modelos están diseñados para ser utilizados durante el proceso de reconocimiento de habla continua de gran vocabulario. Está basado en una serie de librerías y herramientas que permiten la creación de aplicaciones propias para entrenamiento de modelos ocultos y desarrollo de utilidades de reconocimiento de habla.

- **CMU Sphinx:** Es una herramienta de código libre y gratuita diseñada para aportar soluciones en la mayoría de los entornos donde se necesite reconocimiento automático del habla. Ofrece diversas herramientas para el desarrollo con reconocedores, modelos acústicos, entrenamientos, etc.

- **Google iSpeech:** Es actualmente el reconocedor más potente en cuanto a modelos de lenguaje, vocabulario y generalización de los modelos puesto que su tecnología y recursos están distribuidos y su volumen es enorme. Dispone de APIs y librerías de desarrollo para múltiples plataformas y lenguajes de programación lo que hace que el desarrollo sea más cómodo, sencillo y accesible. Su distribución es gratuita para aplicaciones de reconocimiento locales en los dispositivos móviles. En cambio aplica una tarificación por palabras en aplicaciones web y de explotación. La actividad de reconocimiento no está montada dentro del dispositivo o equipo donde se encuentre, se realiza remotamente a través de los servidores disponibles de google. El principal problema de esto es que el servicio es compartido, y se encuentra con retardos no controlados motivados por el tiempo de espera al recibir la respuesta desde los servidores, denominado como retardo por latencia. El otro problema es que no es en tiempo real, es decir, el servicio no aplica reconocimiento palabra a palabra, enviará bloques de audio y se mantendrá a la espera de terminar de recibir; siendo en ese momento cuando realiza el reconocimiento y devolverá la lista de palabras. Esta comunicación no es bidireccional, por lo que el tiempo de espera entre el comienzo de la dicción hasta la presentación de la primera palabra conlleva retardos que hace que no sea transcripción en tiempo real.

Las herramientas anteriores ofrecen la posibilidad de reconocimiento de habla continua con un gran vocabulario y en tiempo real, ofrecen la capacidad de reentrenamiento de perfiles de voz de usuarios con nuevo vocabulario para mejorar el

reconocimiento y pueden utilizarse para desarrollar aplicaciones avanzadas apoyadas en sistemas ASR.

2.3.2. RECONOCIMIENTO DE VOZ EN ENTORNOS EDUCATIVOS

El reconocimiento automático del habla se encuentra en aplicaciones de una gran variedad de áreas. El avance en esta tecnología ha facilitado que se extienda la creación de aplicaciones adecuadas para cada entorno con reconocimiento del habla. Dentro de la naturaleza en que se encuentra este proyecto, existen múltiples proyectos que emplean los ASR para acercar a las personas con discapacidad a aquellos escenarios donde antes encontraban dificultades de acceso.

La utilización de ASR para el subtitulado es muy útil en entornos con personas con discapacidad auditiva ya que facilita la literalidad del contenido expuesto en la propia lengua oral, lo que resulta imprescindible para la mayoría de la población sorda. Existen diferentes ámbitos donde se están haciendo esfuerzos para salvar las barreras aunque en este caso se va a destacar aquellos enfocados a la educación.

Los sistemas de reconocimiento de voz conforman la evolución natural de los sistemas dedicados a proporcionar accesibilidad en entornos educativos. Según su naturaleza son capaces de hacer accesibles elementos de la educación que anteriormente no era sencillo ofrecer, de modo que se permite a las personas con discapacidad auditiva acceder visualmente a la información expuesta en las aulas.

En referencia al objetivo del proyecto sobre la eliminación de las barreras de comunicación para alumnos con discapacidades auditivas, a continuación pueden verse algunos sistemas destacados de entre los muchos existentes:

- **IBM ViaScribe:** Es una aplicación diseñada dentro del "Liberated Learning Project" [IBM, 2013] enfocada a la educación mediante reconocimiento del habla. Se encarga automáticamente del reconocimiento y de la generación de contenido multimedia accesible desde navegadores siendo capaz de ofrecer varias fuentes de información a través de contenidos multimedia sincronizados. Este sistema tiene extensiones que permiten tener varios locutores a la vez

gracias a diferentes instancias de ViaScribe con un perfil de voz asociado a cada una. Con esta alternativa se consigue mejorar la calidad del resultado ya que se sus transcripciones están etiquetadas identificando al locutor y se muestran al mismo tiempo cada una de ellas. Con todo, a pesar de que el resultado puede ser editado con herramientas de corrección de errores de transcripción en tiempo real para mejorar la calidad del subtítulo, este tipo de sistemas necesita mejorar su eficiencia en la parte de reconocimiento puesto que aún mantiene unas tasas de error relativamente altas.

- **Apeinta:** Es un proyecto de investigación llevado a cabo por el CESyA junto a la Universidad Carlos III de Madrid. Su objetivo principal de cara a la educación es trabajar por y para la integración de las personas con discapacidad. Pretende garantizar la accesibilidad a los contenidos educativos mediante sistemas de reconocimiento automático de voz dentro del aula con reconocimiento y transcripción en tiempo real, y a través de síntesis de voz y servicios de subtitulado fuera del aula. Su enfoque está destinado a una educación inclusiva de todos los alumnos desde ambos escenarios como apoyo a la comunicación entre profesor y alumno. En el apartado siguiente puede verse una explicación más pormenorizada del proyecto, sus objetivos, situación actual y la parte en que se basa este proyecto.

2.4. APEINTA

Actualmente no son muchas las aplicaciones enfocadas a la educación que emplean el subtitulado automático. El proyecto Apeinta (Apuesta por la Enseñanza Inclusiva Dentro y Fuera del Aula) desarrollado por el CESyA junto con la Universidad Carlos III de Madrid, plantea el uso de tecnologías tanto informáticas como telemáticas para eliminar las barreras de acceso a la educación y al aprendizaje que lamentablemente sufren algunos estudiantes. El objetivo es promover el acceso a la enseñanza a todos los alumnos independientemente de sus capacidades y limitaciones.

Para ello, el proyecto está planteado en dos escenarios diferentes, ambas dos propuestas inclusivas pero bien diferenciadas. Una centrada en el desarrollo dentro del aula y la otra basada en la educación inclusiva fuera del aula:

- **Dentro del aula:** Se basa en dos mecanismos con los que suprimir las barreras de comunicación dentro de las aulas. El primer mecanismo es la aplicación de un sistema de reconocimiento del habla o ASR para conseguir la transcripción en tiempo real del audio de la sesión, y así proporcionar accesibilidad incluso a personas con problemas auditivos temporales. El segundo mecanismo es un tratamiento de síntesis de voz que permita emitir el audio de un texto. El objetivo de ambos es mejorar la comunicación entre profesor y los alumnos.
- **Fuera del aula:** Se proporciona una plataforma web accesible donde encontrar diferentes recursos digitales educativos que garanticen la accesibilidad.

En resumen, con Apeinta se pretende facilitar la educación a alumnos con discapacidad auditiva. Facilitando mecanismos automáticos de subtitulado en directo dentro del aula y proporcionando acceso desde fuera del aula a los materiales educativos a través de una aplicación web accesible.

2.4.1. ARQUITECTURA

La arquitectura del sistema de Apeinta está dispuesta en una estructura de cliente servidor donde se encuentran diferentes servicios multidispositivo. El servidor, definido como "Estación Base", estará ubicado en el equipo del profesor con la labor principal de transcribir la señal de voz y emisión del flujo de subtítulos a los clientes. Las diferentes unidades cliente, definidas como "Unidades Receptoras", recibirán la señal enviada por el servidor en los diferentes dispositivos de los alumnos.

En la siguiente imagen puede verse reflejada esquemáticamente esta arquitectura con los diferentes elementos y partes involucradas:

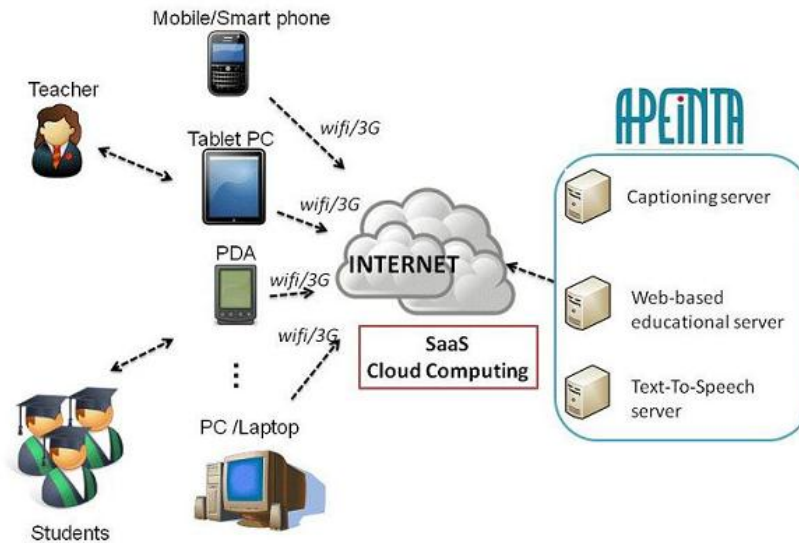


Ilustración 1: Arquitectura de Apeinta

Como puede verse en la imagen, la estación base es el núcleo principal del sistema y se encuentra desplegada en el ordenador del profesor. Sus cometidos fundamentales son transcribir la voz del profesor y establecer la comunicación con las unidades receptoras de los alumnos donde mandar el texto. Desde la otra funcionalidad deberá recibir los mensajes de texto desde las unidades receptoras y enviarlos al sintetizador de voz para transformarlo en su correspondiente fragmento acústico.

2.4.2. SERVICIOS DENTRO DEL AULA

Dentro del aula Apeinta propone mecanismos diferentes para proporcionar servicios de subtítulo y servicio de síntesis de voz.

A continuación se detalla cada una de ellas.

- **Servicio de Subtitulado:** El servicio de subtítulo en directo en el aula posibilita que los alumnos con discapacidad auditiva puedan comprender todo el contenido existente durante la clase.



Ilustración 2: Arquitectura del servicio de subtitulado dentro del aula de Apeinta.

En la arquitectura del servicio se puede observar cómo el sistema capta la voz del profesor (podría captar también la de los estudiantes aunque no sería tan preciso al utilizar un perfil de voz no adecuado a su voz), digitaliza la voz en fragmentos de audio, los compara con los modelos acústicos correspondientes y procede a la generación de la transcripción en forma de subtítulos. Para llevar a cabo el reconocimiento, en este caso el sistema utiliza el reconocedor comercial Dragon Naturally Speaking.

En última instancia los alumnos con problemas auditivos recibirán la señal de manera cerrada en sus dispositivos personales donde podrán leer los subtítulos (por ejemplo ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos, gafas especiales, etc.). Otra posibilidad es recibir la señal en un equipo que se encargue de proyectar el subtítulo en algún lugar del aula para poder acceder de manera abierta. Estos dispositivos o equipos son las unidades receptoras cuya comunicación y transmisión se realiza mediante el establecimiento de una conexión TCP en la en el equipo del profesor actúa como estación base.

- **Servicio de Síntesis de Voz:** El servicio de síntesis de voz utiliza un módulo de TTS (Text To Speech) para transformar a audio con una voz sintética los mensajes escritos por los alumnos en sus dispositivos individuales.



Ilustración 3: Arquitectura del servicio de síntesis de voz de Apeinta.

Está orientado a dar cobertura a aquellas alumnos con problemas orales que no pueden hablar, también a quienes tienen problemas de idioma y en general a aquellos estudiantes que por unos motivos u otros les cuesta articular palabras entendibles para el resto del personal presente.

Para utilizarlo, los alumnos simplemente deben escribir en sus dispositivos personales (principalmente ordenadores, tabletas y teléfonos) su comentarios y cuestiones. Serán recibidas por el equipo principal que a través del servicio de síntesis de voz completará el audio digital correspondiente y lo emitirá para todos los oyentes. Normalmente la voz sintética generada es muy artificial y se parece poco a una voz natural, pero consigue satisfacer su propósito ya que es suficientemente entendible.

2.4.3. PLATAFORMA WEB

El otro escenario que abarca Apeinta corresponde al de la enseñanza inclusiva fuera del aula. Como se ha adelantado, este servicio está basado en los servicios web de modo que se ofrezcan medios para eliminar las barreras de acceso a la educación, sobretodo barreras físicas de movilidad, facilitando que los alumnos puedan seguir adquiriendo los contenidos de cada asignatura, sin la necesidad de asistir a clase.

La plataforma de educación accesible a través de internet proporciona una enseñanza virtual complementaria o sustitutiva a la enseñanza presencial en clase. Es importante destacar cómo los subtítulos además de eliminar las barreras auditivas, pasan a convertirse en un material muy valioso para todos los alumnos, ya que se trata de una transcripción directa de todo lo comentado en clase. Gracias a su publicación en la

plataforma web, los alumnos podrán tener recursos de material adicional que servirán para complementar y mejorar los apuntes de clase. El alumno contará con recursos principalmente audiovisuales con las grabaciones de las clases, sus audios y transcripciones, pero también tiene la posibilidad de acceder a material complementario subido por los profesores.

En resumen, este medio interactivo favorece la participación del alumno motivado por la posibilidad de reforzar los contenidos impartidos en clase, así como poder adquirir y aprender estos contenidos por un canal que posibilita el acceso a recursos multimedia. Con todo, la plataforma web implica una mejora educativa por la sencillez de acceso a los diversos contenidos de las asignaturas para todos los estudiantes, con y sin discapacidad.

Adicionalmente cabe destacar que estos sistemas tienen algún inconveniente derivado de los propios contenidos. Tan importante es poder acceder a los recursos como el hecho en sí de que esos recursos estén correctamente presentados y realizados. Es indispensable disponer de sistemas de edición asistida de los subtítulos para poder presentar correctamente los recursos y como añadido para mejorar la precisión y calidad de los reconocedores reduciendo las tasas de error de los mismos. En esta plataforma se facilita la corrección de los subtítulos a posteriori.

La experiencia adquirida sobre la aplicación de una plataforma web como método para acercar la educación a todos los alumnos y el uso de mecanismos de reconocimiento automático del habla para la generación de recursos educativos han sentado las bases para la realización del proyecto recogido en esta memoria.

2.5. ACCESIBILIDAD WEB

Una plataforma web es un sistema informático empleado por los usuarios para acceder a un servicio web en Internet. Las aplicaciones web están muy extendidas y son muy populares por lo práctico y ligero que resulta el navegador como cliente único en el dispositivo del usuario. De esta manera la actualización y mantenimiento resultan más sencillos al no tener que realizarse en cada potencial clientes puesto que las aplicaciones de escritorio tienen su propio programa cliente y su interfaz de usuario, y estos tenían

que ser instalados separadamente en cada estación de trabajo de los usuarios, además de requerir mejoras individuales en cada uno de los clientes instalados.

El uso de la tecnología favorece que las aplicaciones estén al alcance de muchas personas, por ello no hay que olvidar que en la utilización de una aplicación web podemos encontrar situaciones que provoquen barreras de accesibilidad a usuarios con discapacidad o bajo contextos de uso desfavorables. Como contexto de uso desfavorable se entiende al conjunto de situaciones que condicionan la utilización de la web, como el tipo de conexión a Internet, el dispositivo utilizado, el sistema operativo, el navegador, los elementos hardware periféricos, el entorno de uso y condiciones individuales de cada usuario. Estos contextos de uso desfavorables pueden afectar a todos los usuarios aunque no padezcan alguna limitación propia, puesto que recrean las situaciones vividas por las personas con discapacidad. [Moriano, 2007]

Por este motivo, ya que las personas y contextos de uso difieren entre sí es necesario dar un enfoque hacia el concepto de **Accesibilidad Web**. Las interfaces de usuario deben adecuarse a los usuarios, como indica el “Diseño Universal o Diseño para todos” [Moriano, 2007], sin asociarse a discapacidades concretas sino a todas las diferencias entre usuarios independientemente de sus características, el dispositivo empleado, el tipo de software, hardware e infraestructura de red utilizada. La pretensión es ciertas ayudas aporten un valor añadido ya que pueden ser aprovechadas por usuarios sin dificultades en situaciones de contexto desfavorable.

2.5.1. NORMATIVA, LEGISLACIÓN Y ESTÁNDARES APLICABLES EN WEB

Una vez confirmada la necesidad de promover la accesibilidad y la usabilidad en los entornos web, se profundiza en la normativa y legislación existentes acerca del diseño y desarrollo basado en estándares.

- **LEY 34/2003 de "servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico"**: Conocida como LSSICE [LSSICE, 2003], en relación a accesibilidad la ley propone, en sus disposiciones adicionales:

- Disposición adicional Uno: *"Las Administraciones Públicas adoptarán las medidas necesarias para que la información disponible en sus*

respectivas páginas de Internet sea accesible ... de acuerdo con los criterios de accesibilidad". Asimismo, podrán "exigir que las páginas de Internet, cuyo diseño o mantenimiento sea financiado por la Administración, apliquen los criterios de accesibilidad".

- Disposición adicional Dos: De igual manera, se *"promoverá la adopción de normas de accesibilidad por los prestadores de servicios y los fabricantes de equipos y software, para facilitar el acceso de todas las personas ... a los contenidos digitales".*

Las nuevas tecnologías aportan notables avances en cuanto a la disminución de potenciales barreras en el acceso a la información por lo que resulta necesario recoger en documentos una Normativa que plantee exigencias, acordes con las circunstancias que garanticen la accesibilidad a las aplicaciones web.

- **Norma UNE 139803:2004 Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web:** Esta norma [UNE, 2003a] recoge las características que han de cumplir los contenidos disponibles en Internet y otros tipos de redes informáticas, para que puedan ser utilizados por la mayor parte de las personas mediante navegadores de Internet. Establece tres niveles de prioridad de los puntos normativos, considerándose que un sitio es accesible si cumple al menos los niveles 1 y 2.

Además de la normativa aportada por los organismos nacionales existen otros organismos internacionales que desarrollan estándares y normativa enfocada a la accesibilidad y en especial a la Accesibilidad Web, como es el caso del W3C (World Wide Web Consortium). [W3C, 1994]

Es una organización cuya intención es orientar la web a su máximo potencial incluyendo un alto grado de accesibilidad gracias al cumplimiento y seguimiento de estándares y normas. Para alcanzar su objetivo ha creado un alto número de estándares web y pautas sobre tecnologías web, indicando la necesidad de compatibilidad entre ellas permitiendo que cualquier hardware y software utilizado funcione conjuntamente. El W3C hace referencia a este objetivo como "interoperabilidad Web". Uno de sus

trabajos más importantes para alcanzar la web para todos, se encuentra en áreas como la accesibilidad web, o la internacionalización e independencia de dispositivos.

2.5.2. DISEÑO Y EVALUACIÓN ACCESIBLE

Para impedir la discriminación surgida por la ausencia de Accesibilidad Web y con miras al acceso satisfactorio de un mayor número de personas a un sitio web, éste debe estar desarrollado siguiendo unas pautas establecidas de diseño accesible.

A nivel mundial la institución referente sobre diseño accesible es la W3C con su Iniciativa por la Accesibilidad Web, WAI [WAI, 1994]. En coordinación con otras organizaciones a mundiales trabaja en las siguientes áreas:

- Aseguramiento de que las tecnologías web posibilitan la accesibilidad.
- Desarrollo de guías para la accesibilidad.
- Difusión y educación.
- Desarrollo de herramientas para evaluar y facilitar la accesibilidad.
- Coordinación entre desarrollo e investigación.

Muchos de los trabajos desarrollados por la WAI destacan y son considerados como referencia obligada en la mayoría de las legislaciones sobre Tecnologías de la Información de todo el mundo.

2.5.2.1. WCAG

Uno de los desarrollos de la WAI hacia el diseño accesible y en relación al segundo área de trabajo, el desarrollo de guías accesibles, son las “Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web”, WCAG [WCAG, 1999], donde se establece una guía sobre la accesibilidad de los sitios web enfocada en las personas con discapacidad.

Las pautas WCAG 1.0, indican cómo hacer accesibles los contenidos web. Estas pautas están destinadas a todos los contenidos web, tanto para desarrolladores como para diseñadores con el fin último de promover la accesibilidad. En cualquier caso, su cumplimiento ofrecerá webs más accesibles para todos los usuarios independientemente del tipo de aplicación y de las condiciones en que se encuentre.

Estas guías indican cómo hacer accesibles todos los tipos de contenidos de información a una mayor audiencia siendo referencia en principios de accesibilidad y diseño. Sus directrices se componen de catorce pautas denominadas principios generales de diseño accesible. Cada una está asociada a uno o más puntos de control que muestran la manera de aplicarse en las características particulares de cada web. [Morian, 2007]

Los puntos de verificación están clasificados por prioridades. Las prioridades se estructuran en torno a tres niveles de accesibilidad:

- **Prioridad 1:** Su cumplimiento es un requerimiento básico.
- **Prioridad 2:** Su cumplimiento es importante para eliminar las barreras de acceso a los documentos Web.
- **Prioridad 3:** Su cumplimiento mejora la accesibilidad global de los documentos Web.

Los tres niveles son concéntricos de modo que la prioridad 3 abarca a la 2 y ésta a su vez a la 1. De esta manera las web que soportan el nivel de prioridad 3 son las que se ajustan en mayor medida a las pautas sobre accesibilidad establecidas por la WAI.

En relación, cuando se pretende aportar criterios de accesibilidad en la implementación basándose en los puntos de verificación de las prioridades anteriores, se establece una graduación o categoría en la que se encuentra el sitio en función del nivel de adecuación de sus contenidos a los requerimientos establecidos en los puntos de verificación de las prioridades. Esta graduación, hace que se diferencie en tres niveles de adecuación:

- **Nivel de adecuación A:** cubre los puntos de verificación de prioridad 1.
- **Nivel de adecuación AA:** cubre los puntos de verificación de las prioridades 1 y 2.
- **Nivel de adecuación AAA:** cubre los puntos de verificación de las prioridades 1, 2 y 3.

2.5.2.2. EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD

La evaluación de la accesibilidad es una parte muy importante que debe ir paralela a la fase de creación del entorno web. Las evaluaciones deberán emplearse para

controlar que se satisfacen las necesidades establecidas sobre accesibilidad en el diseño universal o diseño para todos. [Moriano, 2007]

Existen varios métodos y técnicas para realizar las evaluaciones:

- **Revisión automática:** Permiten comprobar de forma semiautomática el grado de conformidad de un sitio web con las directrices generales de accesibilidad definidas por el W3C. Existen herramientas software gratuitas disponibles, como HERA [HERA, 2003] o TAW [TAW, 2000] entre muchas otras, que son usadas para hacer este tipo de evaluación. Su función es facilitar la revisión de la accesibilidad, de acuerdo con las recomendaciones de las WCAG.
- **Revisión experta:** Evaluación heurística de la accesibilidad llevada a cabo por un experto basándose en sus conocimientos. Dependiendo de la capacidad para descubrir errores de accesibilidad por el evaluador, se descubrirán problemas no solo de uso, sino también de acceso. El evaluador debe servirse de diferentes técnicas manuales de inspección a fin de verificar el funcionamiento del sitio web bajo circunstancias en las que algunos usuarios van a acceder a las mismas.
- **Test de usuarios:** Otro método importante y necesario es la validación por parte de usuarios potenciales. Este método añade valor a las revisiones automáticas que no consideran la valoración real de los usuarios. Se basa en la observación y análisis del uso de usuarios reales, viendo los problemas con los que se encuentran para tratar de solucionarlos. Sin embargo, este método es costoso por la necesidad de disponer de una muestra amplia personas con naturaleza diversa.

En la realización del proyecto se tendrán en cuenta todas estas técnicas de manera que se garantice que el producto final realizado es accesible al mayor número de personas posible.

2.5.3. ACCESIBILIDAD A LOS CONTENIDOS

Como ya se ha explicado es necesario asegurar el acceso a cualquier persona, independientemente de sus características y necesidades. Pero en determinadas

aplicaciones web no basta con cumplir las directrices de accesibilidad, también es necesario ofrecer accesibilidad a los contenidos disponibles en la Web. Para eliminar barreras de acceso a los contenidos multimedia hay que controlar que los diferentes componentes de desarrollo e interacción trabajen conjuntamente hacia la accesibilidad. Este escenario se denomina como “cadena de la accesibilidad de los contenidos audiovisuales en la Web” [Moreno, 2008] y está formado por unos eslabones que están apoyados en los siguientes criterios:

- **Contenido accesible:** Se debe proporcionar contenido alternativo al contenido multimedia presentado. Es el caso de la audiodescripción integrada en el contenido; descripción textual o transcripción que transmita completamente toda la información (información de los personajes, acciones, lenguaje corporal, contexto, etc.). Además, hay que ofrecer subtulado y de manera sincronizada, donde se transmita toda la información de la banda auditiva.
- **Acceso garantizado al contenido:** Además de ofrecer contenido accesible, si este no es alcanzable por los usuarios no podrá confirmarse la accesibilidad. Se debe proporcionar el acceso al contenido a través de dos vías diferentes: mediante descarga del contenido en el equipo del usuario o a través de la emisión del contenido en un reproductor incluido en la aplicación web.
- **Preferencias del usuario:** Debe proveerse accesibilidad en el acceso y en la información para tener acceso a la reproducción según características y preferencias del usuario. Los factores a considerar pueden ser el tamaño y duración del vídeo, información de progreso de reproducción, velocidad y tipo de conexión, el formato del vídeo, etc., además de otros menos habituales.

Estos criterios se han tenido en cuenta en el diseño y desarrollo del producto presentado en este proyecto como medio para garantizar la accesibilidad al contenido.

2.6. DISCUSIÓN Y COMPARATIVA CON PROYECTOS SIMILARES

El servicio web de Apeinta tiene como objetivos principales las tareas relacionadas con la subida de vídeos, la transcripción mediante reconocimiento de voz y

su posterior edición de subtítulos. Además hay que tener en cuenta los problemas derivados de las tasas de error en el reconocimiento. La corrección del texto puede hacerse en tiempo real para disminuir los tiempos de corrección posteriores, aunque es preciso utilizar herramientas de corrección más avanzadas y específicas. Por ello, la norma actual aplicada es incorporar correcciones posteriores a través de sistemas básicos de edición textual de subtítulos.

Actualmente no existen muchos proyectos que den cabida a estos objetivos aunque sí hay algunos que utilizan tecnologías de reconocimiento y subtitulado para ofrecer sus servicios como se presenta a continuación.

- **YouTube Auto-Caption:** Es una sección de la aplicación de reproducción de videos www.youtube.com donde entre sus funcionalidades permite a los usuarios solicitar la subtitulación automática de los vídeos. Para ello ha incorporado mecanismos de ASR de modo que es posible realizar un subtitulado automático y sincronizado de los vídeos. De esta manera ha eliminado una de las barreras de acceso a la información, ya sea por problemas de discapacidad auditiva mediante la transcripción, o por causas idiomáticas, al disponer de más de cien idiomas que lo acercan a una mayor comunidad de personas independientemente de sus características lingüísticas. El usuario debe cargar el archivo de vídeo indicando que desea añadir una transcripción y en qué idioma está si lo que quiere es reconocimiento. Una vez cargado y transcrito el vídeo ofrece a los usuarios la posibilidad de visualizarlo con subtítulos activando el icono con las letras "CC" y elegir el idioma deseado en el desplegable presentado. El proceso tardará varios días en conseguir que la pista de reconocimiento del lenguaje esté disponible. Este retardo se debe a la lista de espera acumulada. [Youtube, 2013]

- **Spoken Lecture Processing Project:** Es un proyecto desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts sobre una herramienta de transcripción automática e indexación de audios provenientes de las clases realizadas. Dispone de un mecanismo de búsqueda basado en dicha indexación para acceder a zonas específicas de las clases. Su funcionamiento es a través de una web donde los usuarios cargan vídeos que el motor de reconocimiento procesará y

transcribirá a texto. Por último, permite subir adjuntamente documentos de texto adicionales al vídeo para adaptar el vocabulario y el modelo de lenguaje a emplear en el sistema, y así poder mejorar la calidad y acierto del reconocedor. [CSAIL, 2013]

A continuación se muestran algunas características diferenciadoras entre las dos plataformas y el servicio web de Apeinta. [Muramatsu, 2010]

	Apeinta Web	Youtube AutoCaption	Spoken Media
Escalabilidad	Limitada	Sí	Limitada
Diferentes Formatos de Vídeo	Si	Sí	No
Descarga de Subtítulos	Sí	No	Sí
Tiempo de Respuesta	Retardado	Retardado	-
Modelos de aprendizaje	Sí	No	Sí
Entorno educacional	Sí	No	Sí
Múltiples ASR	Sí	No	No
Idioma Español	Sí	Sí	No
Recursos alternativos	Sí	No	No

Tabla 2: Comparativa entre proyectos similares

Aunque en algunos aspectos las características de Apeinta pueden estar cubiertas por alguna de las cualidades de los otros dos proyectos, en términos generales ofrece diferencias que no recogen las otras.

A continuación se muestra una explicación de la tabla anterior y algunos conceptos que no pueden ser recogidos como datos tabulares:

- Está enfocado a la accesibilidad en la educación en búsqueda de la eliminación de barreras para las personas con discapacidad.
- Está disponible para todos los usuarios registrados en la plataforma.
- Permite subir elementos audiovisuales (video y audio) además de subtítulos generados por otro lado a modo recursos educativos.
- Ofrece corrección de subtítulos posterior a la transcripción.
- Actualmente se apoya en DNS pero podría adaptarse a otros ASR.

- Aún no ofrece reentrenamiento de perfiles pero está preparado para su inclusión en versiones futuras.
- En versiones futuras permitirá integrarse con la aplicación de escritorio del escenario dentro del aula.
- No es capaz de adaptarse dinámicamente a vocabularios específicos en una transcripción concreta para adaptarse a las palabras.
- El reconocimiento tiene dependencia del ASR y actualmente no permite paralelismo implicando esperas para realizar varias transcripciones.

3. PLAN DE PROYECTO

Con motivo de lograr que la aplicación garantice su éxito y calidad es necesario tomar ciertas decisiones sobre el plan de trabajo a tener en cuenta durante toda la realización del proyecto. En este capítulo se presenta el plan de proyecto, indicando la metodología de trabajo a seguir, la situación en que se encontraba el marco del proyecto Apeinta al inicio de este trabajo y el alcance de la aplicación que se pretende lograr.

3.1. CICLO DE VIDA

Para lograr que el proyecto sea un producto de calidad, se debe utilizar una metodología de trabajo que proporcione guías, técnicas y herramientas necesarias para conseguir la satisfacción y calidad deseada. Por ello, una de las primeras tareas a realizar es elegir la metodología a seguir, para posteriormente aplicarla con rigor en cada una de las etapas, y alcanzar con ello los objetivos marcados.

La metodología elegida para la realización del proyecto debe englobar todas las características deseables capaces de cubrir exitosamente la eficacia del producto final:

- Deberá abarcar todas las fases del ciclo de vida.
- Permitir controlar, seguir y verificar las tareas.
- Proporcionar distintas fases para el correcto desarrollo del software, así como los productos que derivan de cada una de ellas.

En todo ciclo de vida debe tenerse una división en bloques para abordar cada uno de los problemas que conlleva su realización con mayor facilidad y fiabilidad. Estos bloques se subdividen en etapas y procesos más acotados. A continuación se muestran:

- **Planificación:** Esta etapa tiene como objetivo definir el calendario a seguir durante el estudio, análisis y diseño del proyecto con la asignación de recursos necesarios en las tareas, para el posterior cálculo de presupuestos y plan de seguimiento.

- **Desarrollo:** Esta etapa será la de mayor tiempo dentro del proyecto y la que más recursos consuma. Su objetivo es la realización del producto, guiada por la planificación de la etapa anterior. La fase de desarrollo se divide a su vez en:
 - **Plan de Proyecto:** Trata de estudiar la situación previa y las probabilidades de éxito del proyecto, teniendo en cuenta las restricciones técnicas, legales y operativas del mismo, y definiendo un marco estratégico de referencia para desarrollar el proyecto cumpliendo sus objetivos. Este capítulo corresponde a esta parte.
 - **Análisis:** Pretende obtener una especificación detallada del sistema de información, que satisfaga las necesidades y sirva de base para el posterior diseño del sistema.
 - **Diseño:** El proceso de diseño se centra en la definición de la arquitectura del sistema y del entorno tecnológico que le va a dar soporte, junto con la especificación detallada de los componentes del sistema de información, para que los encargados de la codificación nunca deban tomar ninguna decisión de diseño, centrándose siempre en la implementación.
 - **Implementación:** En este proceso se genera el producto software, es decir, la codificación necesaria para cada componente del sistema.
 - **Implantación y Aceptación:** Tiene como objetivo principal la finalización, despliegue y puesta en marcha del sistema.

- **Mantenimiento:** En esta fase se realizan las peticiones de mantenimiento recibidas, incorporando las mejoras desarrolladas en sucesivas versiones.

En este proyecto el modelo de ciclo de vida que se ha aplicado es el "Modelo Prototipado Evolutivo". Es un modelo de desarrollo evolutivo donde se construyen de manera incremental las sucesivas versiones del producto.

La aplicación de este modelo en este proyecto parte con la gran mayoría del conjunto de requisitos. Busca crear un servicio web como servicio (SaaS) basado en la accesibilidad aunque los requisitos no sean completamente conocidos al inicio del proyecto.

Este modelo se ajusta muy bien a este proyecto, debido a que el desarrollo está enfocado desde un principio a la creación de versiones que cubran los requisitos marcados y las distintas funcionalidades, y posteriormente por validaciones de accesibilidad y mejoras funcionales y de usabilidad podrán incorporarse nuevos requisitos.



Ilustración 4: Ciclo de Vida Prototipado Evolutivo

Para la primera versión de este proyecto se han examinado cuidadosamente los requisitos planteados para posteriormente construir una implementación parcial del sistema que recibe solamente estos requerimientos. Esta versión desarrollada será evaluada en la penúltima etapa del ciclo para realizar un refinamiento del prototipo y dar retroalimentación en la fase de diseño de una nueva iteración del ciclo. Permitiendo finalmente definir los métodos a llevar a cabo por los desarrolladores en la nueva iteración.

3.2. ALCANCE DEL SISTEMA

En el estado del arte detallado en el capítulo anterior de esta memoria se explica qué es el proyecto Apeinta y para qué está pensado su uso. En concreto para el servicio web su motivación se encuentra en un escenario donde los usuarios requieren el servicio web para la obtención automática de textos y subtítulos procedentes de fuentes multimedia heterogéneas.

3.2.1. INTERESADOS EN EL SISTEMA - STAKEHOLDERS

En esta tarea se identifican todos los interesados en el sistema para poder posteriormente determinar su participación tanto en el estudio de la situación actual como en la toma de requisitos de usuario, así como en el resto del proceso.

Los interesados son personas físicas y organizaciones que están involucradas en el proyecto, o cuyos intereses pueden ser afectados como resultado de la ejecución del proyecto o de sus resultados.

- **Project Manager:** El Jefe de Proyecto, en este caso corresponde a la figura del tutor del proyecto, es el responsable de que el sistema funcione correctamente y satisfaga las necesidades del cliente, siendo éste un producto de calidad y controlando que se realice dentro de la planificación.
- **Clientes:** Son las personas u organizaciones que encargan la realización de la aplicación. En este caso al no ser un producto comercial, los clientes no existen físicamente, están reflejados en el colectivo de personas con discapacidad que requieren de aplicaciones como la que ofrece este proyecto para eliminar algunas de las barreras encontradas en su acceso a los contenidos audiovisuales en general y a la educación en particular.
- **Usuarios:** En este caso los usuarios serán todos los usuarios de tecnología que decidan utilizar la plataforma con el servicio web de Apeinta. Generalmente serán consumidores de elementos audiovisuales con necesidades especiales ya sea por problemas de accesibilidad o por necesidad de disponer de un repositorio con material en diversos formatos.
- **Organización que lleva a cabo el proyecto:** En este punto hay que destacar tres actores principales. En el primer caso será la Universidad Carlos III de Madrid ya que este proyecto forma parte de la evaluación docente de un proyecto final de carrera de una de sus titulaciones. En segundo lugar el CESyA ya que la idea de Apeinta surge dentro de sus competencias en materia de accesibilidad y su compromiso de acercar la accesibilidad a la educación para todas las personas.

En el tercer caso se encuentran los encargados de la realización y puesta en marcha del desarrollo del proyecto, siendo en este caso el tutor del proyecto y el alumno encargado de su desarrollo apoyados en consultoría con otras personas del CESyA y de la Universidad.

- **Competencia:** Con el proyecto del servicio web de Apeinta se ofrecen características diferenciadoras respecto a otros sistemas ya existentes, pero no se pretende mostrar competencia con ellos puesto que este proyecto no consiste en un sistema comercial y principalmente busca favorecer la accesibilidad con nuevos mecanismos adicionales.

3.2.1. OBJETIVOS DEL SERVICIO WEB

En vista de las necesidades de los potenciales clientes del producto, el servicio web debe encargarse de ofrecer transcripción en diferido para un gran número de usuarios, utilizando los mecanismos ASR, y facilitando el acceso a los contenidos textuales de los diferentes recursos multimedia. Para ello deberá realizar la implementación de varios componentes relacionados entre sí:

- **Servidor web:** Implementación de un servicio web con labores como gestión de usuarios, gestión de contenidos, acceso a base de datos, ejecución de procesos binarios, acceso a ficheros, etc.
- **Repositorio:** Implementación de una o varias bases de datos para albergar información y datos sobre usuarios, perfiles voz, ficheros multimedia y de transcripciones, sistema de entidades de almacenaje, etc.
- **Aplicaciones ASR:** Implementación de módulos de reconocimiento automático del habla ejecutables internamente en el servidor a partir de un fichero de audio y un perfil de voz.

3.2.2. ARQUITECTURA DEL SERVICIO WEB

La arquitectura diseñada en la conceptualización del servicio web en diferido consta de cuatro partes que involucran a diferentes usuarios sin necesidad de ejecución lineal y progresiva.

Realmente se podrían clasificar como cuatro subservicios o bloques de aplicación dentro del servidor.

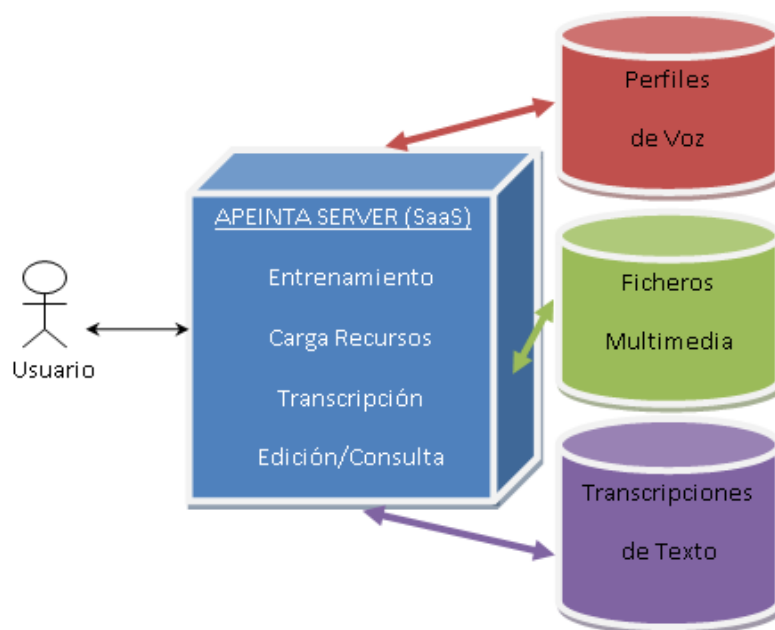


Ilustración 5: Arquitectura Servicio Web en Diferido (SaaS)

- **Entrenamiento:** En primera instancia requiere tener instalado al menos un sistema de reconocimiento ASR. La aplicación web guiaría al usuario en el entrenamiento del ASR alojado en su equipo. Una vez entrenado, la aplicación proporcionará un medio de intercambio donde subir al servidor las carpetas y ficheros del perfil de voz. El servidor almacenará en la base de datos una entrada por cada perfil de voz con sus campos específicos. El usuario podrá en todo momento realizar nuevos entrenamientos para evolucionar los perfiles existentes, crear nuevos o entrenar perfiles para distintos ASR como se tenga, creándose una entrada para cada nuevo entrenamiento y tipo de ASR. Esto será de utilidad para futuros estudios y análisis comparativos.

- **Carga de recursos:** Se permite subir al servidor los ficheros multimedia y registrarlos en la BD con la correspondiente información de sus características. La forma de subir el fichero al sistema será mediante una subida normal de formulario indicando su ubicación en el ordenador personal del usuario.

- **Transcripción:** La realización de este servicio en el sistema implica previamente la selección del audio a transcribir. Al seleccionar el recurso ya asociado a un perfil de voz y ASR, se lanza un proceso interno de transcripción o bien se encola hasta que el recurso esté disponible y el servicio libre. De cara al usuario, este proceso es transparente y continuará tras su desconexión.

- **Edición y Consulta:** Tras haberse completado el proceso de transcripción, los resultados de transcripción junto con el fichero de audio estarán disponibles para ser consultados por los usuarios con acceso a ello. Se ofrece una funcionalidad que permitirá descargar los resultados para que el usuario disponga de ellos como necesite. Además también se posibilita la edición de los recursos creados a través de nuevas versiones, facilitando que los usuarios con permiso de edición corrijan, den formato y pongan en contexto los subtítulos de los ficheros para una mejor calidad de su contenido.

4. ANÁLISIS DEL SISTEMA

El objetivo de este capítulo es realizar el análisis del sistema de información mediante una definición completa de la aplicación a diseñar. Esta fase pretende principalmente captar las necesidades que debe resolver la aplicación y modelarlas a través de diferentes técnicas, con el fin de ayudar a los diseñadores a conseguir diseñar una solución coherente donde todos los aspectos que envuelven a la aplicación estén claros y controlados.

Para una correcta definición del sistema se tendrán en cuenta los objetivos del análisis informal establecido en el alcance del capítulo anterior junto con una definición formal de los mismos en este capítulo. Se parte de una necesidad y a partir de esta se toman las decisiones oportunas para llevar a la práctica el proyecto real. Como se trata de un desarrollo en el que el grupo de trabajo es reducido, ya que el autor del análisis lo forma la misma persona que realiza el diseño y el desarrollo final, se comenzará desde la base, es decir, desde la decisión de qué idea se quiere convertir en la aplicación final.

El objetivo fundamental de esta actividad es poder confeccionar una colección de requisitos de usuario lo más completa posible y que no dé lugar a ambigüedades. Servirán de ayuda para poder evaluar las alternativas propuestas en este documento y seleccionar la mejor solución posible ante los requerimientos del cliente. Con ellos se obtendrán los requisitos software y los casos de uso para, posteriormente, realizar un modelado conceptual del sistema en los procesos posteriores del ciclo de vida utilizado.

Esta tarea es una de las actividades más importantes para que el sistema se realice de forma correcta y funcione tal y como se desea. Por ello los requisitos deben ser definidos cumpliendo las siguientes características:

- Tienen que recoger todos los requisitos previstos a cumplir el sistema.
- Evitar ser ambiguos.
- Deben ser coherentes.
- Procurar que sean verificables.
- Modificables con sencillez.
- Empleables en todas las fases del ciclo de vida.

Una vez concluida la fase de análisis y definido el concepto del sistema se pasará a la fase de diseño, que abarcará cada elemento por separado de la estructura y lo acercará más al desarrollador; aunque sin llegar todavía a la implementación.

4.1. DEFINICIÓN FORMAL DEL ALCANCE DEL SISTEMA

Este proyecto se basa en la idea inicial del servicio web de Apeinta para evaluar los objetivos y definir formalmente sus objetivos. El principal motivo es seguir la lógica del ciclo de vida y acotar el alcance del proyecto de modo que sea factible su realización para ir mejorando el producto en trabajos posteriores. Además se garantiza la finalización de un producto estable sin prolongar en el tiempo su desarrollo debido a continuas mejoras transversales. A continuación se muestran las decisiones detalladas sobre las funcionalidades y servicios del primer prototipo:

- **Diferenciar usuarios:** El sistema dispondrá de distintos tipos de usuarios con sus respectivos permisos y capacidades, a saber:
 - **Receptor:** Usuarios finales para los que se preparan los recursos, materiales, trabajos, clases, etc.
 - **Editor:** Usuarios encargados de corregir y modificar recursos de subtítulo existentes, no necesariamente suyos.
 - **Ponente:** Usuarios locutores que imparten clases y generan recursos, independientemente del tipo que sean estos últimos, ya que también dispondrán de perfiles de voz.
 - **Supervisor:** Usuarios con perfil administración, encargados de gestionar elementos relacionados con los recursos, así como de gestionar perfiles; en ambos casos no necesariamente los suyos.
 - **Administrador:** es el usuario encargado de controlar el buen funcionamiento general y resolver problemas especiales.

- **Gestionar la cuenta de usuario:** El usuario podrá rellenar y modificar los datos personales que constituyen su perfil de usuario, tales como su nombre, apellidos, correo electrónico, contraseña, etc.

- **Gestionar el rol de usuario activo:** El usuario podrá alternar el rol de usuario activo con el que participará durante la sesión en uso, tantas veces como desee, dentro de las opciones que tenga como tipo de usuario.
- **Estructurar el contenido:** Los contenidos deberán estar ordenados y distribuidos según su naturaleza. Para ello existe un árbol de información que ayudará a indexar los diferentes materiales según la siguiente distribución:
 - **Evento:** Conforman la raíz desde donde se distribuyen el resto de elementos. Un evento define una agrupación lógica de sucesos susceptibles de ser grabados como sesiones audiovisuales. Algunos ejemplos pueden ser asignaturas, congresos, jornadas, etc. es decir, casos donde se pueden dar una o múltiples sesiones por parte de los ponentes.
 - **Sesión:** Son aquellos elementos individuales que componen un evento. Su unión da forma al total de ponencias ofrecidas en el evento. Algunos ejemplos pueden ser clases de un determinado día para una asignatura, mesas redondas en congresos, exposiciones en jornadas, etc.
 - **Recurso:** Forman el conjunto de elementos individuales que se pueden encontrar en una sesión. Entre los posibles recursos que se pueden dar en una sesión están los recursos multimedia, recursos de subtitulado y recursos asociados. Pueden ser subidos directamente por el usuario o generados por el sistema previa solicitud del servicio correspondiente.
- **Realizar búsquedas:** La aplicación Web proporcionará a los usuarios buscadores concretos según la sección con el fin de localizar los diferentes elementos que conforman el sistema. Podrán consultarse los datos existentes sobre eventos, sesiones, recursos, etc., así como por la parte de usuarios. Debido al alto volumen de datos, deberá presentarse de manera ordenada, así como proporcionar un mecanismo de filtro para que el usuario pueda escoger qué y cuántos elementos se le presentarán. Por otro lado, se debe ofrecer opciones de gestión sobre los diferentes elementos presentados según el rol con el que actúe el usuario, siendo el caso de las opciones de borrado, creación y edición.

- **Gestionar usuarios:** Todo usuario activo con el rol de administrador podrá gestionar las cuentas de los diferentes usuarios, pudiendo editar y eliminar usuarios, simplemente con las opciones presentadas en las búsquedas.
- **Gestionar perfiles de voz:** Todo usuario registrado con el rol de ponente podrá disponer de diferentes perfiles de voz entrenados con su modelo acústico. Tendrá la opción de crear nuevos perfiles, editar los existentes o eliminar aquellos que considere. En caso de actuar con el rol de supervisor podrá gestionar perfiles de voz no asociados a un usuario, es decir, perfiles de voz generales ofrecidos por el sistema para transcribir materiales cuando el ponente no dispone de un perfil concreto. Los administradores tendrán la opción de editar y eliminar dichos perfiles de voz según sea necesario sin necesidad de tener propiedad sobre ellos, mediante las opciones presentadas en las búsquedas.
- **Gestionar eventos:** Todo usuario con el rol de supervisor podrá gestionar los eventos de los cuales se encarga. Tendrá la opción de crear y editar eventos, así como eliminar aquellos que considere. Los administradores tendrán la opción de editar y eliminar dichos eventos según sea necesario sin necesidad de ser supervisor, a través de las opciones presentadas en las búsquedas.
- **Gestionar sesiones:** Todo usuario con el rol de supervisor podrá gestionar las sesiones de un evento del cual se encargue. Tendrá la opción de crear y editar sesiones, así como eliminar aquellas que considere. Los administradores tendrán la opción de editar y eliminar dichas sesiones según sea necesario sin necesidad de ser supervisor, a través de las opciones presentadas en las búsquedas.
- **Diferenciar recursos:** Como se ha adelantado, el sistema dispondrá de distintos tipos de recursos a los que dar soporte con distintos tipos de presentación de cara al usuario. Pueden ser de cuatro tipos conceptualmente:
 - **Subtitulado:** Recursos de texto que contienen la transcripción de una sesión. Serán creados y subidos por los ponentes, o generados mediante transcripciones de recursos multimedia. Además estarán disponibles para su edición y actualización. Normalmente tras su generación automática

será preciso su actualización para suprimir errores cometidos por el ASR al transcribir su contenido de audio.

- **Multimedia:** Engloba dos de los tipos de recursos, audio o vídeo. Son recursos que contienen el audio y el vídeo grabados de una sesión. El audio puede ser subido directamente a la plataforma o bien extraído desde el propio vídeo al que pertenece.
 - **Asociados:** Recursos de otra índole diferente a los anteriores cuya intención es proporcionar un valor añadido al contenido de una sesión, a modo de material complementario. Algunos ejemplos pueden ser archivos de texto formateados, imágenes, transparencias, etc.
- **Gestionar recursos:** Todo usuario registrado con el rol de ponente podrá gestionar los diferentes recursos de una sesión en que haya participado. Tendrá la opción de subir y/o crear nuevos recursos, así como editar y eliminar aquellos que considere, siempre que sea el autor de los mismos y no estén bloqueados por el sistema. Los administradores y supervisores (con supervisión de los eventos y sesiones a que corresponda el recurso), tendrán la opción de editar y eliminar dichos recursos, simplemente con las opciones presentadas en las búsquedas y en el listado de presentación de recursos.
- **Gestionar generación recursos:** Todo usuario registrado con el rol de ponente podrá gestionar la generación automática de recursos por parte del sistema siempre que los originales de donde partir sean de tipo multimedia. Podrá actualizar información relacionada con el motor ASR y sus perfiles de voz disponibles. En caso de ser un vídeo, el sistema podrá generar otro recurso de audio correspondiente a la señal acústica contenida en el vídeo mediante una solicitud de extracción de audio. En caso de ser audio podrá realizar una solicitud de transcripción del audio para obtener su salida correspondiente de texto formateado en forma de fichero de subtítulos. En ambos casos, los recursos pasarán a un estado bloqueante en el que permanecerán a la espera de iniciar el proceso. En ese intervalo estarán esperando a que el sistema proceda con la tarea y seguirán bloqueados pero con la solicitud cursada. Una vez acabado el proceso, se liberará el bloqueo y se creará un nuevo recurso, de audio o subtítulo según corresponda, en ambos casos asociado al multimedia origen.

- **Acceso a recursos:** Cualquier usuario con permisos tendrá la posibilidad de navegar por los diferentes eventos y sus sesiones, y finalmente acceder a sus recursos independientemente de su tipología. En caso de ser un recurso multimedia se ofrecerá la posibilidad de acceder a su reproducción. En cambio si el recurso es de subtitulado, se ofrecerá la opción de ver el texto. Si se solicita la reproducción de un vídeo y este dispone de su subtítulo deberá ofrecerse en la reproducción la opción de activar y desactivar los subtítulos. Con los recursos multimedia se deberá ofrecer un medio accesible de reproducción. Además de proporcionar medios de descarga para que el usuario pueda verlos en su equipo sin depender de la tecnología ofrecida en el servidor web.
- **Gestionar conexión:** La aplicación permitirá al usuario conectarse a su cuenta de forma segura. Se redirigirá automáticamente a la página de inicio privada donde podrá realizar aquellas funciones de las que dispongan sus roles. De igual modo la aplicación permitirá desconectarse de forma segura.

4.2. ANÁLISIS DE REQUISITOS DE USUARIO

La tarea de análisis de requisitos de usuario, como ya se ha mencionado, tiene como propósito reflejar las necesidades que debe cubrir el sistema enfocado en el punto de vista del usuario final. Es decir, una definición de lo que el usuario espera que realice el sistema informático para poder construirlo y llevarlo a cabo con éxito.

Dentro de los requisitos de usuario se distinguen dos tipos:

- **Requisitos de Capacidad:** Representan las necesidades o servicios requeridos por los usuarios para resolver un problema o lograr un objetivo.
- **Requisitos de Restricción:** Representan las restricciones impuestas por los usuarios sobre cómo resolver un problema o cómo se debe alcanzar un objetivo.

A continuación, se muestra la plantilla que se utilizará para la definición de cada uno de los requisitos identificados:

IDENTIFICADOR: RUC-XX/RUR-XX			
Nombre			
Necesidad		Fuente	
Descripción			

Tabla 3: Plantilla identificación de requisitos de usuario.

- **Identificador:** Debe ser único para cada requisito y tendrá el siguiente formato:
 - **RUC:** para identificar los requisitos de usuario de capacidad.
 - **RUR:** para identificar los requisitos de usuario de restricción.
 - **XX:** identificador numérico incremental.
- **Nombre:** Identificador textual del requisito. Debe ser único.
- **Necesidad:** Atributo que distingue los requisitos esenciales de otros menos importantes. Puede tener los siguientes valores: Esencial, Deseable u Opcional.
- **Fuente:** Indica el origen de cada requisito de usuario.
- **Descripción:** Información con la descripción textual del requisito de forma clara, breve y sin ambigüedades.

4.2.1. REQUISITOS DE CAPACIDAD

IDENTIFICADOR: RUC-01			
Nombre	Almacenar datos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Se debe proporcionar algún medio de almacenamiento de datos para guardar los diferentes elementos que se utilizan en la aplicación, y así poder ser accedidos por el sistema y por los usuarios.		

IDENTIFICADOR: RUC-02			
Nombre	Darse de alta		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Registrar y crear una cuenta de usuario en el sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-03			
Nombre	Acceder al sistema		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Conectarse al sistema introduciendo los datos de acceso e identificación del usuario junto a su contraseña.		

IDENTIFICADOR: RUC-04			
Nombre	Abandonar el sistema		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El usuario podrá desconectarse y abandonar el sistema de forma segura en cualquier momento mediante una acción activa permanente en todo momento.		

IDENTIFICADOR: RUC-05			
Nombre	Recuperar contraseña		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá proporcionar un servicio a través del cual, en caso de necesidad, el usuario pueda solicitar la recuperación de la contraseña para poder acceder al sistema con su cuenta.		

IDENTIFICADOR: RUC-06			
Nombre	Gestionar roles de usuario		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá involucrar diferentes tipos de usuario diferenciados por sus roles. Estos roles proporcionarán a los usuarios diferentes permisos dentro del sistema y restringirán el acceso a las distintas funcionalidades del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-07			
Nombre	Gestionar vistas de Interfaz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El interfaz del sistema deberá ser dinámico y ajustarse a las necesidades y características del usuario identificado.		

IDENTIFICADOR: RUC-08			
Nombre	Gestionar datos personales		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá proporcionar al usuario una sección de edición y actualización de sus datos personales.		

IDENTIFICADOR: RUC-09			
Nombre	Gestionar usuarios		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá permitir a usuarios con determinados permisos poder realizar acciones de gestión sobre el resto de usuarios. Se podrán eliminar usuarios, editar sus campos y actualizar sus roles.		

IDENTIFICADOR: RUC-10			
Nombre	Buscar usuarios		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	Los usuarios identificados en el sistema podrán realizar búsquedas sobre otros usuarios existentes dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-11			
Nombre	Gestionar eventos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá permitir a usuarios con determinados permisos poder realizar acciones de gestión sobre eventos. Se podrán eliminar eventos existentes, editar sus campos y crear nuevos dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-12			
Nombre	Buscar eventos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Los usuarios identificados en el sistema podrán realizar búsquedas sobre eventos existentes dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-13			
Nombre	Gestionar sesiones		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá permitir a usuarios con determinados permisos poder realizar acciones de gestión sobre sesiones. Se podrán eliminar sesiones existentes, editar sus campos y crear nuevas dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-14			
Nombre	Buscar sesiones		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Los usuarios identificados en el sistema podrán realizar búsquedas sobre sesiones existentes dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-15			
Nombre	Gestionar perfiles de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá permitir a usuarios con determinados permisos poder realizar acciones de gestión sobre perfiles de voz. Se podrán eliminar perfiles existentes, editar sus campos y crear nuevos dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-16			
Nombre	Buscar perfiles de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Los usuarios identificados en el sistema podrán realizar búsquedas sobre perfiles de voz existentes dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-17			
Nombre	Gestionar recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá permitir a usuarios con determinados permisos poder realizar acciones de gestión sobre recursos. Se podrán eliminar recursos existentes, editar sus campos y crear nuevos dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-18			
Nombre	Buscar recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	Los usuarios identificados en el sistema podrán realizar búsquedas sobre recursos existentes dentro del sistema.		

IDENTIFICADOR: RUC-19			
Nombre	Generar recursos de audio		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá facilitar los mecanismos necesarios para que un usuario con permisos sea capaz de invocar la funcionalidad de generación de audio procedente de un vídeo.		

IDENTIFICADOR: RUC-20			
Nombre	Generar recursos de subtitulado		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá facilitar los mecanismos necesarios para que un usuario con permisos sea capaz de invocar la funcionalidad de generación de subtitulado de un audio.		

IDENTIFICADOR: RUC-21			
Nombre	Acceder a los recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá ofrecer al usuario acceso a los diferentes recursos existentes en el sistema independientemente del tipo que sean. En función de las necesidades del usuario, este acceso será mediante reproducción o visualización o bien mediante descarga local.		

4.2.2. REQUISITOS DE RESTRICCIÓN

IDENTIFICADOR: RUR-01			
Nombre	Datos de almacenamiento		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>Para el correcto de funcionamiento del sistema deberán almacenarse datos de diferente naturaleza. Estos datos tendrán que recoger toda la lógica de las diversas entidades partícipes de la información del sistema. Las entidades indispensables a almacenar serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usuarios. - Tipos de roles de usuario. - Eventos. - Sesiones. - Recursos. - Perfiles de voz. 		

Nota: Los diferentes datos de cada entidad se detallan en su correspondiente requisito de datos específico, descritos más adelante.

IDENTIFICADOR: RUR-02			
Nombre	Datos de registro		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para completar su registro los siguientes datos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alias (login). - Nombre. - Contraseña. - Correo electrónico. 		

IDENTIFICADOR: RUR-03			
Nombre	Registro único		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá impedir el registro múltiple de un mismo usuario, ya sea por repetición del registro una vez realizado el mismo o porque ya exista un usuario previo con el mismo alias o el mismo correo electrónico.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-04			
Nombre	Datos de acceso		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para garantizar su acceso seguro al sistema los siguientes datos de acceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alias (login). - Contraseña. 		

IDENTIFICADOR: RUR-05			
Nombre	Datos de acceso alternativo		
Necesidad	Opcional	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para garantizar su acceso seguro al sistema los siguientes datos de acceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correo electrónico. - Contraseña. 		

IDENTIFICADOR: RUR-06			
Nombre	Limpiar datos de acceso		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá proporcionar un mecanismo seguro de eliminación de datos de acceso en la memoria temporal al abandonar el sistema. Para de esta manera evitar el acceso a un área privada sin volver a acceder de manera segura.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-07			
Nombre	Tipos de roles		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá diferenciar los tipos de usuarios en función del rol, permisos y características que los usuarios puedan tener. Los roles a mantener serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Administrador. - Editor. - Ponente (profesor). - Receptor (alumno). - Supervisor. 		

IDENTIFICADOR: RUR-08			
Nombre	Interfaz adaptable a roles		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	El sistema deberá adaptar la vista del interfaz al tipo de usuario, de modo que se presentará al usuario con sus diferentes funcionalidades accesibles según el rol en ese momento.		

IDENTIFICADOR: RUR-09			
Nombre	Datos de búsqueda de usuarios		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá proporcionar filtros en la búsqueda de usuarios en base a unos campos específicos. Estos campos deben ser al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alias. - Nombre y Apellidos. - Correo. - Índice y cantidad. 		

IDENTIFICADOR: RUR-10			
Nombre	Datos de eventos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para completar la creación de eventos los siguientes datos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre. - Fecha (inicio lógico del evento). - Descripción. - Grupo (opcional). 		

IDENTIFICADOR: RUR-11			
Nombre	Datos de búsqueda de eventos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá proporcionar filtros en la búsqueda de eventos en base a unos campos específicos. Estos campos deben ser al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre. - Fecha. - Grupo. - Índice y cantidad. 		

IDENTIFICADOR: RUR-12			
Nombre	Datos de sesiones		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para completar la creación de sesiones los siguientes datos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre. - Fecha (de la realización de la sesión). - Descripción. - Lugar (opcional). 		

IDENTIFICADOR: RUR-13			
Nombre	Datos de búsqueda de sesiones		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá proporcionar filtros en la búsqueda de sesiones en base a unos campos específicos. Estos campos deben ser al menos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre. - Fecha. - Descripción. - Lugar. - Índice y cantidad. 		

IDENTIFICADOR: RUR-14			
Nombre	Tipos de recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá diferenciar los tipos de recursos según su naturaleza y función. Los recursos a mantener serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vídeo. - Audio. - Subtitulado. - Asociado. 		

IDENTIFICADOR: RUR-15			
Nombre	Datos de recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá pedir al usuario para completar la creación de recursos los siguientes datos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo. - Nombre. - Descripción. - Perfil de voz (perfil utilizado en la sesión). - Archivo físico. 		

IDENTIFICADOR: RUR-16			
Nombre	Estados de los recursos		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá gestionar y controlar los estados en que pueden encontrarse los diferentes recursos. Además deberá verificar el correcto tránsito entre los diversos estados. Los posibles estados de los recursos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lógico. - Cargando. - Disponible previo. - Edición. - Extracción solicitada. - Extrayendo. - Transcripción solicitada. - Transcribiendo. - Disponible final. 		

IDENTIFICADOR: RUR-17			
Nombre	Datos de búsqueda de recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá facilitar la búsqueda de recursos a través de la propia búsqueda de sesiones. Los recursos buscados serán los de la sesión.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-18			
Nombre	Tipos de perfil de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá controlar dos tipos de perfiles de voz. Estos perfiles serán utilizados en las diferentes sesiones. Un tipo de perfil personal será el utilizado cuando la sesión tenga un usuario y su perfil concreto dentro del sistema. El otro tipo de perfil será general y se empleará en los casos en que no se disponga de un perfil de voz para el usuario en cuestión.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-19			
Nombre	Datos de perfil de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá controlar determinados datos además de pedir al usuario otros para completar la creación de perfiles de voz. Los datos mínimos requeridos serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nombre. - Motor ASR. - Versión del motor. - Descripción. - Versión del perfil de voz. - Archivos físicos. 		

IDENTIFICADOR: RUR-20			
Nombre	Datos de búsqueda de perfiles		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá facilitar la búsqueda de perfiles de voz a través de la propia búsqueda de usuarios. Los perfiles de voz buscados serán los del usuario en cuestión.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-21			
Nombre	Ayuda		
Necesidad	Opcional	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá proporcionar un buscador donde introducir las palabras claves de la consulta para poder acceder a la ayuda de la aplicación. Se mostrará un listado de posibles temas relacionados con las palabras introducidas.</p>		

IDENTIFICADOR: RUR-22			
Nombre	Disponibilidad		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente
Descripción	<p>El sistema deberá estar disponible las 24 horas del día. En caso de que no sea posible por motivos de mantenimiento, deberá ser anunciado a los usuarios con al menos 7 días de antelación.</p>		

4.3. ANÁLISIS DE REQUISITOS SOFTWARE

La tarea de análisis de requisitos software es imprescindible para recabar toda la información necesaria en la realización de todo sistema. Su identificación y descripción

tiene como propósito realizar un estudio detallado de los requisitos que describen lo que el sistema debe hacer desde un punto de vista técnico.

Estos requisitos tienen un alto grado de importancia en cuanto a verificación y seguimiento del producto, pues deberá cubrir todos y cada uno de los requisitos identificados para afirmar que está completo, el funcionamiento de los mismos se comprobará mediante el plan de pruebas estudiado en puntos posteriores.

Dentro de los requisitos software, se encuentra los requisitos funcionales que describen lo que debe hacer el sistema, y los requisitos no funcionales que limitan la forma en que debe llevarse a cabo.

Antes de comenzar a enumerar los requisitos es conveniente dar una definición de cada uno de los grupos en los que se engloban:

- **Requisitos Funcionales:** Definen qué tiene que hacer el sistema.
- **Requisitos de Rendimiento:** Definen los factores de rendimiento del sistema.
- **Requisitos de Interfaz:** Definen el modo en que interactúan y se comunican las interfaces y diferentes módulos del sistema.
- **Requisitos de Operación:** Definen las características que debe cumplir el sistema respecto a su modo de operar.
- **Requisitos de Recursos:** Definen los recursos mínimos para que la aplicación pueda ponerse en marcha.
- **Requisitos de Comprobación:** Definen todas las comprobaciones que deberá realizar el sistema para que la interacción usuario-sistema sea la adecuada.
- **Requisitos de Aceptación de Pruebas:** Definen de forma general los requisitos mínimos que deben cumplir las pruebas en el Plan de pruebas.
- **Requisitos de Documentación:** Definen las características que debe cumplir la documentación de la aplicación.
- **Requisitos de Seguridad:** Definen las características que debe cumplir la aplicación para ser segura.
- **Requisitos de Calidad:** Definen a grandes rasgos las normas de calidad que debe cumplir la aplicación.

A continuación, se muestra la plantilla que se utilizará para la definición de cada uno de los requisitos identificados:

IDENTIFICADOR: XXX-YY			
Nombre			
Necesidad		Fuente	
Descripción			

Tabla 4: Plantilla identificación de requisitos software.

Sigue la misma estructura que los requisitos de usuario, pero en esta ocasión su identificador seguirá la siguiente forma:

- **Identificador:** Código único que identifica el requisito. Se compone de un acrónimo que identifica el tipo de requisito seguido de un guión y un número irrepetible dentro del mismo tipo de requisito, es decir, XXX-YY. Donde YY serán 2 dígitos (si fuese preciso 3 dígitos) y XXX indicando el acrónimo del tipo de requisito no funcional al que pertenece, pueden ser:

- **RSF:** Requisitos Software Funcionales.
- **RSR:** Requisitos Software de Rendimiento.
- **RSI:** Requisitos Software de Interfaz.
- **RSO:** Requisitos Software de Operación.
- **RSRe:** Requisitos Software de Recursos.
- **RSC:** Requisitos Software de Comprobación.
- **RSA:** Requisitos Software de Aceptación de Pruebas.
- **RSD:** Requisitos Software de Documentación.
- **RSSe:** Requisitos Software de Seguridad.
- **RSCal:** Requisitos Software de Calidad.

4.3.1. REQUISITOS FUNCIONALES

IDENTIFICADOR: RSF-01			
Nombre	Almacenar datos en una Base de Datos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-01, RUR-01
Descripción	Se debe utilizar un Sistema Gestor de Base de Datos gratuito para almacenar todos los contenidos de datos necesarios para el mantenimiento de la aplicación. Además de recoger las diferentes entidades y datos de las mismas es indispensable recoger las relaciones entre entidades y la información y restricciones necesarias.		

IDENTIFICADOR: RSF-02			
Nombre	Registrar nuevo usuario		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-02, RUR-02, RUR-03
Descripción	El sistema permite crear una cuenta de usuario nueva en la aplicación, siendo necesario que el usuario indique el nombre de usuario o alias, su nombre, la contraseña y una dirección de correo válida. Se debe comprobar que el alias escogido y el correo no pertenecen ya a un usuario registrado previamente.		

IDENTIFICADOR: RSF-03			
Nombre	Visualizar página inicial		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente, RUC-02, RUC-03
Descripción	<p>El sistema debe mostrarse inicialmente al usuario a través de una página pública de acceso libre donde se muestre al usuario las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Área con texto informativo. – Área con un vídeo informativo. – Área con un menú para acceder al sistema mediante caja de login y acceso al registro. 		

IDENTIFICADOR: RSF-04			
Nombre	Iniciar sesión		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-03, RUR-04, RUR-05
Descripción	El usuario iniciará sesión en la aplicación identificándose con su nombre de usuario o alias y su contraseña.		

IDENTIFICADOR: RSF-05			
Nombre	Visualizar página principal		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente, RUC-04, RUC-06, RUC-07, RUR-07, RUR-08,
Descripción	<p>El sistema debe dar la bienvenida a través de una página principal de acceso restringido a usuarios identificados donde se muestre al usuario las siguientes áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Área principal con texto informativo. – Área con un menú de selección del rol activo entre los distintos roles disponibles. – Área con un menú para salir de la aplicación y para acceder a las diferentes funcionalidades según su rol. 		

IDENTIFICADOR: RSF-06			
Nombre	Salir		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-04, RUR-06
Descripción	Se debe proporcionar un acceso permanente y visible en todo momento para facilitar al usuario la acción de abandonar el sistema de manera segura.		

IDENTIFICADOR: RSF-07			
Nombre	Solicitar contraseña		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente, RUC-05
Descripción	Se debe proporcionar algún mecanismo a través del cual si un usuario no recuerda su contraseña de acceso, pueda solicitar su recuperación mediante el envío de un correo electrónico desde el sistema con la nueva contraseña generada.		

IDENTIFICADOR: RSF-08			
Nombre	Actualizar rol de usuario activo		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, RUC-06, RUR-06
Descripción	El sistema permite al usuario seleccionar que rol quiere emplear en ese momento dentro de la aplicación. El usuario podrá elegir el rol activo que desee dentro de las opciones que disponga. Desde este momento y hasta que salga de la aplicación o cambie a otro rol activo, el usuario interactuará con el sistema con ese tipo de usuario.		

IDENTIFICADOR: RSF-09			
Nombre	Actualizar vista activa		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-07, RUR-08
Descripción	El sistema deberá actualizar la interfaz y presentarle al usuario la vista correspondiente al rol activo seleccionado. El usuario podrá acceder a través de los menús y enlaces disponibles para el rol en cuestión.		

IDENTIFICADOR: RSF-10			
Nombre	Actualizar datos personales		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-08, RUR-02
Descripción	El sistema deberá permitir al usuario dentro de la visualización de sus datos, poder cambiar y editar dichos valores. Para cambiarlos, el usuario deberá confirmar previamente con su contraseña.		

IDENTIFICADOR: RSF-11			
Nombre	Modificar contraseña		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-08, RUR-02, RUR-04
Descripción	El sistema deberá permitir al un usuario dentro de la visualización de sus datos personales, poder modificar su contraseña de acceso. Para cambiarlos, el usuario deberá confirmar el proceso introduciendo dos veces la nueva contraseña.		

IDENTIFICADOR: RSF-12			
Nombre	Actualizar datos de usuario		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-06, RUC-08, RUC-09, RUR-02, RUR-07
Descripción	El sistema deberá permitir a los usuarios con permisos editar los datos personales de otros usuarios. Asimismo podrá editar los roles de usuario correspondientes a cada usuario.		

IDENTIFICADOR: RSF-13			
Nombre	Filtrar consultas		
Necesidad	Deseable	Fuente	RUR-09, RUR-11, RUR-13, RUR-17, RUR-20
Descripción	El sistema deberá proporcionar en las páginas de búsqueda campos específicos para cada tipo de dato, así como campos generales con los que poder acotar los resultados deseados mediante el valor inicial del índice de resultados y la cantidad a presentar de los mismos.		

IDENTIFICADOR: RSF-14			
Nombre	Presentar resultados de consultas		
Necesidad	Deseable	Fuente	RUC-10, RUC-12, RUC-14, RUC-16, RUC-18
Descripción	Los resultados de las consultas serán mostrados en un listado vertical con cada ocurrencia existente. La cantidad de ocurrencias así como el orden desde el primero serán las pedidas en el filtro de cantidad (siendo menos cuando se pidan más de las existentes).		

IDENTIFICADOR: RSF-15			
Nombre	Consultar usuarios		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-10, RUR-09
Descripción	El sistema deberá ofrecer una página de búsqueda de usuarios donde podrán consultarse los usuarios existentes en el sistema mediante los filtros de campos definidos en los datos de búsqueda de usuarios.		

IDENTIFICADOR: RSF-16			
Nombre	Consultar usuarios sin rol		
Necesidad	Deseable	Fuente	RUC-06, RUC-10, RUR-07, RUR-09
Descripción	El sistema deberá ofrecer un medio para que los administradores puedan realizar una búsqueda de usuarios sin rol específico.		

IDENTIFICADOR: RSF-17			
Nombre	Eliminar usuario		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-09
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso dar de baja a otros usuarios eliminando sus datos de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSF-18			
Nombre	Crear evento		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-11, RUR-10
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso crear eventos nuevos. Para ello el usuario deberá introducir los campos definidos en el conjunto de datos de eventos.		

IDENTIFICADOR: RSF-19			
Nombre	Actualizar evento		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-11, RUR-10
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso editar los campos de los eventos.		

IDENTIFICADOR: RSF-20			
Nombre	Consultar eventos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-12, RUR-11
Descripción	El sistema deberá ofrecer una página de búsqueda de eventos donde podrán consultarse los eventos existentes en el sistema mediante los filtros de campos definidos en los datos de búsqueda de eventos.		

IDENTIFICADOR: RSF-21			
Nombre	Eliminar evento		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-11
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso eliminar los datos de de un evento de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSF-22			
Nombre	Crear sesión		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-13, RUR-12
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso crear sesiones nuevas dentro de un evento. Para ello el usuario deberá introducir los campos definidos en el conjunto de datos de sesiones.		

IDENTIFICADOR: RSF-23			
Nombre	Actualizar sesión		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-13, RUR-12
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso editar los campos de las sesiones.		

IDENTIFICADOR: RSF-24			
Nombre	Consultar sesiones		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-14, RUR-13
Descripción	El sistema deberá ofrecer una página de búsqueda de sesiones donde podrán consultarse las sesiones de un evento existentes en el sistema mediante los filtros de campos definidos en los datos de búsqueda de sesiones.		

IDENTIFICADOR: RSF-25			
Nombre	Eliminar sesión		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-13
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso eliminar los datos de de una sesión de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSF-26			
Nombre	Distinguir datos según tipos de recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUR-14, RUR-15, RUR-17
Descripción	Los recursos tendrán atributos, características y usos diferentes según su tipología.		

IDENTIFICADOR: RSF-27			
Nombre	Crear recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUR-14, RUR-15
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso crear recursos nuevos dentro de una sesión. Para ello el usuario deberá introducir los campos definidos en el conjunto de datos de recursos junto a los datos específicos en función del tipo de recurso.		

IDENTIFICADOR: RSF-28			
Nombre	Subir fichero de recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, RUC-17, RUR-14, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios cargar un fichero físico con el recurso asociado al recurso lógico en el proceso de su creación.		

IDENTIFICADOR: RSF-29			
Nombre	Actualizar recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso editar los campos de los recursos.		

IDENTIFICADOR: RSF-30			
Nombre	Consultar recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-18, RUR-17
Descripción	El sistema deberá ofrecer una página de búsqueda de recursos donde podrán consultarse los recursos de una sesión existente. La búsqueda está ligada a la búsqueda de sesiones presentándose los recursos de cada sesión.		

IDENTIFICADOR: RSF-31			
Nombre	Eliminar recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso eliminar los datos de de un recurso de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSF-32			
Nombre	Solicitar extracción de audio		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, RUC-17, RUC-19, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso solicitar la extracción del audio contenido en un recurso de vídeo. El recurso origen pasará a estado de extracción solicitada.		

IDENTIFICADOR: RSF-33			
Nombre	Extraer audio		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-19, RUR-14, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema cuando esté preparado procederá a realizar la extracción del audio del vídeo del recurso origen. Al concluir actualiza el estado del recurso de vídeo origen y genera un nuevo recurso de audio.		

IDENTIFICADOR: RSF-34			
Nombre	Solicitar transcripción de subtítulos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, RUC-17, RUC-20, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso solicitar la transcripción del texto contenido en un recurso de audio. El recurso origen pasará a estado de transcripción solicitada.		

IDENTIFICADOR: RSF-35			
Nombre	Transcribir subtítulos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-20, RUR-14, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema cuando esté preparado procederá a realizar la transcripción del texto en forma de subtítulos del audio del recurso origen. Al concluir actualiza el estado del recurso de audio origen y genera un nuevo recurso de subtitulado.		

IDENTIFICADOR: RSF-36			
Nombre	Cancelar transacción		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-19, RUC-20, RUR-14, RUR-15, RUR-16
Descripción	El sistema permitirá al usuario cancelar las solicitudes de transacción (ya sea extracción o transcripción) cuando aún no hayan comenzado. Para ello la aplicación elimina la solicitud y actualiza los estados de los recursos afectados.		

IDENTIFICADOR: RSF-37			
Nombre	Transitar estados de recurso		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-19, RUC-20, RUR-14, RUR-16
Descripción	El sistema deberá actualizar los estados de los recursos. El recurso deberá tener el estado que corresponda según el momento en que se encuentre dentro de su ciclo de vida.		

IDENTIFICADOR: RSF-38			
Nombre	Bloquear recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-19, RUC-20, RUR-14, RUR-16
Descripción	El sistema deberá bloquear la interacción del usuario con aquellos recursos que se encuentren en un estado de ejecución o edición.		

IDENTIFICADOR: RSF-39			
Nombre	Ver recurso de vídeo		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-21, RUR-17
Descripción	El sistema habilitará al usuario una reproducción del recurso de vídeo a través de un reproductor.		

IDENTIFICADOR: RSF-40			
Nombre	Ver recurso de audio		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-21, RUR-17
Descripción	El sistema habilitará al usuario una reproducción del recurso de audio a través de un reproductor.		

IDENTIFICADOR: RSF-41			
Nombre	Ver recurso de subtitulado		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-21, RUR-17
Descripción	El sistema habilitará al usuario una interfaz donde poder leer y ver la transcripción del texto de los subtítulos generados.		

IDENTIFICADOR: RSF-42			
Nombre	Actualizar contenido de recurso subtitulado		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-17, RUC-18, RUC-21, RUR-16, RUR-17
Descripción	El sistema habilitará a los usuarios con permiso una interfaz donde poder leer y ver la transcripción del texto y la composición del subtitulado. Podrá editar, modificar y corregir los subtítulos generados para eliminar los errores de transcripción encontrados.		

IDENTIFICADOR: RSF-43			
Nombre	Descargar recursos		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-18, RUC-21, RUR-16, RUR-17
Descripción	El sistema habilitará la opción de descarga alternativa para que los usuarios puedan acceder a los contenidos de los recursos cuando estos estén en un estado de presentación estable.		

IDENTIFICADOR: RSF-44			
Nombre	Distinguir datos según tipos de perfil		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUR-18, RUR-19, RUR-20
Descripción	Los perfiles de voz tendrán atributos diferentes según si son generales o propiedad de un usuario.		

IDENTIFICADOR: RSF-45			
Nombre	Crear perfil del voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-15, RUR-18, RUR-19
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso crear perfiles de voz nuevos asociados a su usuario. Para ello el usuario deberá introducir los campos definidos en el conjunto de datos de perfil de voz.		

IDENTIFICADOR: RSF-46			
Nombre	Crear perfil del voz general		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-15, RUR-18, RUR-19
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso crear perfiles de voz generales nuevos. Para ello el usuario deberá introducir los campos definidos en el conjunto de datos de perfil de voz general. Estos perfiles estarán disponibles para todos los usuarios.		

IDENTIFICADOR: RSF-47			
Nombre	Subir fichero de perfil de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, RUC-15, RUR-18, RUR-19
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios cargar un fichero físico con el paquete que compone el perfil de voz. El sistema tratará el fichero y desplegará el perfil de voz dentro de los directorios específicos dedicados a alojar los diferentes perfiles de voz.		

IDENTIFICADOR: RSF-48			
Nombre	Actualizar perfil de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-15, RUR-19
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso así como a sus propietarios editar los campos de los perfiles de voz.		

IDENTIFICADOR: RSF-49			
Nombre	Consultar perfiles de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-16, RUR-20
Descripción	El sistema deberá ofrecer una página de búsqueda de perfiles de voz donde podrán consultarse los perfiles de un usuario así como los generales mediante los filtros de campos definidos en los datos de búsqueda de perfiles.		

IDENTIFICADOR: RSF-50			
Nombre	Eliminar perfil de voz		
Necesidad	Esencial	Fuente	RUC-15, RUC-16, RUR-20
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios con permiso y a los propietarios eliminar los datos de de un perfil de voz de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSF-51			
Nombre	Entrenar perfil de voz		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente, RUC-15, RUC-16, RUR-18, RUR-19, RUR-20
Descripción	El sistema permitirá mejorar los perfiles de voz mediante el entrenamiento de los mismos. Para ello el usuario deberá solicitar el entrenamiento y aportar los ficheros necesarios. Se creará una nueva versión de perfil utilizable en los nuevos recursos.		

IDENTIFICADOR: RSF-52			
Nombre	Subir ficheros de entrenamiento de perfil de voz		
Necesidad	Deseable	Fuente	Cliente, RUC-15, RUR-18, RUR-19
Descripción	El sistema permitirá a los usuarios cargar varios ficheros con el audio y la transcripción utilizables en el entrenamiento y evolución de perfiles de voz.		

IDENTIFICADOR: RSF-53			
Nombre	Consultar ayuda		
Necesidad	Opcional	Fuente	Cliente, RUR-21
Descripción	El sistema deberá ofrecer al usuario una página de ayuda donde buscar por palabras clave. Además esta página contendrá un listado de FAQ's que podrán ser consultadas por los usuarios.		

4.3.2. REQUISITOS NO FUNCIONALES - RENDIMIENTO

IDENTIFICADOR: RSR-01			
Nombre	Tiempo de respuesta		
Necesidad	Deseable	Fuente	Equipo desarrollo
Descripción	El tiempo de respuesta máximo será de 10 segundos para navegabilidad en casos de ancho de banda entre 512Kbps y 1Mbps, para casos de mayor ancho de banda no superará los 5 segundos de espera. Con menos de 512Kbps no se garantiza un tiempo de respuesta mínimo.		

4.3.3. REQUISITOS NO FUNCIONALES - INTERFAZ

IDENTIFICADOR: RSI-01			
Nombre	Tamaño del reproductor		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-21
Descripción	El tamaño del reproductor deberá ser acorde al tamaño de la interfaz, permaneciendo visible en todo momento y no solaparse con el resto de contenidos. Deberá estar dispuesto de forma relativa dentro de la visualización de los recursos.		

IDENTIFICADOR: RSI-02			
Nombre	Interfaz dinámico		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-02, RUC-07, RUR-07, RUR-08
Descripción	El interfaz de la aplicación deberá ser dinámico y mostrarse según el tipo de usuario que esté dentro de la aplicación. Igualmente deberá ofrecer una página pública con posibilidad de acceso, una página privada con las funcionalidades básicas, y una sección variable con las funcionalidades específicas según el tipo de rol activo.		

IDENTIFICADOR: RSI-03			
Nombre	Logotipos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, Equipo desarrollo
Descripción	Mostrar el logo de Apeinta así como los enlaces de accesibilidad y estándares en todas las interfaces, vistas y páginas de la aplicación.		

IDENTIFICADOR: RSI-04			
Nombre	Estructura permanente		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, Equipo desarrollo
Descripción	Las distintas páginas deben mantener una estructura constante según las interfaces definidas para facilitar la comprensión del usuario. Además en el pie de las páginas deberá aparecer enlaces permanentes de contacto, de entidad corporativa, nivel de accesibilidad, etc.		

IDENTIFICADOR: RSI-05			
Nombre	Barra de estado		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, Equipo desarrollo
Descripción	Se debe proporcionar una barra o elemento similar que represente el estado de las transacciones de subida de archivos para que el usuario no entienda como error cuando el peso del archivo sea alto y su subida sea de larga duración.		

4.3.4. REQUISITOS NO FUNCIONALES - OPERACIÓN

IDENTIFICADOR: RSO-01			
Nombre	Disponibilidad web		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUR-22
Descripción	Aplicación web disponible las 24 horas de los 365 días del año. En caso de no ser posible deberá comunicarse con antelación.		

IDENTIFICADOR: RSO-02			
Nombre	Disponibilidad BD		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUR-22
Descripción	Servicio de Base de Datos disponible las 24 horas de los 365 días del año. En caso de no ser posible deberá comunicarse a los usuarios con antelación.		

IDENTIFICADOR: RSO-03			
Nombre	Concurrencia transacciones		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-15, RUC-19, RUC-20, RUR-16
Descripción	El sistema deberá proporcionar un medio de control de concurrencia ante peticiones de transacción en paralelo, es decir, se necesita un sistema de colas donde procesar las distintas peticiones y gestionar su orden de procesamiento.		

IDENTIFICADOR: RSO-04			
Nombre	Recuperación y puesta en marcha		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01, RUC-15, RUC-17, RUC-19, RUC-20, RUR-15, RUR-16, RUR-19
Descripción	El sistema será capaz por sí mismo de recuperarse ante caídas inesperadas. Deberá restablecer la cola de peticiones existente y comenzar a trabajar desde aquella en que se encontraba cuando se detuvo el servicio.		

4.3.5. REQUISITOS NO FUNCIONALES - RECURSOS

IDENTIFICADOR: RSRe-01			
Nombre	Sistema de servicio		
Necesidad	Deseable	Fuente	Equipo desarrollo
Descripción	El sistema estará basado en un protocolo de internet y utiliza http como protocolo de internet. Será necesario que el sistema tenga conexión a internet y que pueda ofrecerse a través de la red. Para ello deberá montarse un servidor Glassfish, con tecnología J2EE, y un sistema de servlets y páginas jsp.		

IDENTIFICADOR: RSRe-02			
Nombre	Tamaño de los recursos		
Necesidad	Deseable	Fuente	Equipo desarrollo
Descripción	Por limitaciones de espacio y rendimiento, así como carga de procesamiento, los recursos a subir a la aplicación no deberán exceder un tamaño de 200Mb.		

IDENTIFICADOR: RSRe-03			
Nombre	Sistema de servicio de base de datos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01
Descripción	Se utilizará MySQL como Gestor de Bases de Datos con JPA como pasarela entre los almacenes de datos y los servlet de aplicación.		

4.3.6. REQUISITOS NO FUNCIONALES - COMPROBACIÓN

IDENTIFICADOR: RSC-01			
Nombre	Usuario único		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01, RUC-02, RUR-01, RUR-02, RUR-03
Descripción	No está permitido crear varios usuarios con el mismo login o alias. El sistema deberá controlar y comprobar que esto no suceda.		

IDENTIFICADOR: RSC-02			
Nombre	Cuenta de correo única		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01, RUC-02, RUR-01, RUR-02, RUR-03
Descripción	No está permitido crear varios usuarios asociados a una misma cuenta de correo electrónico. El sistema deberá controlar y comprobar que esto no suceda y que cada usuario tenga asociada su propia cuenta de correo electrónico.		

IDENTIFICADOR: RSC-03			
Nombre	Comprobación de contraseña		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01, RUC-02, RUR-01, RUR-02, RUR-03, RUR-04
Descripción	El sistema deberá comprobar que la confirmación de la contraseña es correcta antes de proceder a su creación o modificación.		

IDENTIFICADOR: RSC-04			
Nombre	Campos de formularios completos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-02, RUR-02, RUR-04, RUR-10, RUR-12, RUR-15, RUR-19
Descripción	El sistema deberá controlar y comprobar que todos los campos obligatorios de los distintos formularios han sido completados correctamente.		

4.3.7. REQUISITOS NO FUNCIONALES - ACEPTACIÓN DE PRUEBAS

No aplicable.

4.3.8. REQUISITOS NO FUNCIONALES - DOCUMENTACIÓN

No aplicable.

4.3.9. REQUISITOS NO FUNCIONALES - SEGURIDAD

IDENTIFICADOR: RSSe-01			
Nombre	Cifrado de contraseñas		
Necesidad	Deseable	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-01, RUC-02, RUC-05, RUR-01, RUR-02, RUR-04
Descripción	El sistema deberá cifrar las contraseñas utilizando el algoritmo de cifrado MD5.		

IDENTIFICADOR: RSSe-02			
Nombre	Protección de datos		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-02, RUR-02, RUR-04, RUR-10, RUR-12, RUR-15, RUR-19
Descripción	Respetar la ley de protección de datos y garantizar la integridad y confidencialidad de los datos personales de los usuarios.		

IDENTIFICADOR: RSSe-03			
Nombre	Envío de contraseña		
Necesidad	Esencial	Fuente	Equipo desarrollo, RUC-05, RUR-02, RUR-06
Descripción	El sistema deberá, a partir de su servidor de correo, enviar un correo al usuario donde se le proporciona una nueva contraseña.		

4.3.10. REQUISITOS NO FUNCIONALES - CALIDAD

IDENTIFICADOR: RSCal-01			
Nombre	Interfaz usable		
Necesidad	Deseable	Fuente	RUC-07, RUR-08
Descripción	El interfaz de la aplicación deberá ser de fácil manejo para cualquier tipo de usuario proporcionando un alto grado de usabilidad.		

IDENTIFICADOR: RSCal-02			
Nombre	Interfaz accesible		
Necesidad	Esencial	Fuente	Cliente, Equipo desarrollo
Descripción	La aplicación deberá alcanzar un nivel de graduación de accesibilidad mínimo. El interfaz de la aplicación deberá alcanzar al menos el nivel AA de accesibilidad.		

4.4. MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE REQUISITOS

Una vez que han sido definidos todos los requisitos software, tanto los funcionales como los no funcionales, es imprescindible analizarlos detenidamente comprobando que en los campos que los componen, no hay errores o ambigüedades que puedan dar lugar a confusiones.

Se debe comprobar que todos los requisitos de usuario definidos en el "análisis de requisitos de usuario" han sido reflejados y desglosados correctamente de modo que sean cubiertos con al menos uno de los requisitos software definidos en el "análisis de requisitos software". Es necesario dar el visto bueno a la definición de requisitos mediante su trazabilidad ya que en caso de no cumplirse no se cubriría todo el alcance del sistema preestablecido.

- En los resultados de trazabilidad obtenidos se ha comprobado y verificado que todos los requisitos de usuarios han sido cubiertos por al menos uno de los requisitos software.

A continuación puede verse en las matrices de trazabilidad siguientes cómo se justifica esta conclusión:

	RSF-01	RSF-02	RSF-03	RSF-04	RSF-05	RSF-06	RSF-07	RSF-08	RSF-09	RSF-10	RSF-11	RSF-12	RSF-13	RSF-14	RSF-15	RSF-16	RSF-17	RSF-18	RSF-19
RUC-01	X																		
RUC-02		X	X																
RUC-03			X	X															
RUC-04					X	X													
RUC-05							X												
RUC-06					X			X				X				X			
RUC-07					X				X										
RUC-08										X	X	X							
RUC-09												X					X		
RUC-10														X	X	X			
RUC-11																		X	X
RUC-12														X					
RUC-13																			
RUC-14														X					
RUC-15																			
RUC-16														X					
RUC-17																			
RUC-18														X					
RUC-19																			
RUC-20																			
RUC-21																			
RUR-01	X																		
RUR-02		X								X	X	X							
RUR-03		X																	
RUR-04				X							X								
RUR-05				X															
RUR-06						X		X											
RUR-07					X							X				X			
RUR-08					X				X										
RUR-09													X		X	X			
RUR-10																		X	X
RUR-11													X						
RUR-12																			
RUR-13													X						
RUR-14																			
RUR-15																			
RUR-16																			
RUR-17													X						
RUR-18																			
RUR-19																			
RUR-20													X						
RUR-21																			
RUR-22																			

Tabla 5: Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software (I)

	RSF-20	RSF-21	RSF-22	RSF-23	RSF-24	RSF-25	RSF-26	RSF-27	RSF-28	RSF-29	RSF-30	RSF-31	RSF-32	RSF-33	RSF-34	RSF-35	RSF-36	RSF-37	RSF-38
RUC-01																			
RUC-02																			
RUC-03																			
RUC-04																			
RUC-05																			
RUC-06																			
RUC-07																			
RUC-08																			
RUC-09																			
RUC-10																			
RUC-11		X																	
RUC-12	X																		
RUC-13			X	X		X													
RUC-14					X														
RUC-15																			
RUC-16																			
RUC-17								X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
RUC-18											X								
RUC-19													X	X			X	X	X
RUC-20															X	X	X	X	X
RUC-21																			
RUR-01																			
RUR-02																			
RUR-03																			
RUR-04																			
RUR-05																			
RUR-06																			
RUR-07																			
RUR-08																			
RUR-09																			
RUR-10																			
RUR-11	X																		
RUR-12			X	X															
RUR-13					X														
RUR-14							X	X	X					X		X	X	X	X
RUR-15							X	X	X	X			X	X	X	X	X		
RUR-16									X	X			X	X	X	X	X	X	X
RUR-17							X				X								
RUR-18																			
RUR-19																			
RUR-20																			
RUR-21																			
RUR-22																			

Tabla 6: Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software (II)

	RSF-39	RSF-40	RSF-41	RSF-42	RSF-43	RSF-44	RSF-45	RSF-46	RSF-47	RSF-48	RSF-49	RSF-50	RSF-51	RSF-52	RSF-53	RSR-01	RSI-01	RSI-02	RSI-03
RUC-01																			
RUC-02																		X	
RUC-03																			
RUC-04																			
RUC-05																			
RUC-06																			
RUC-07																		X	
RUC-08																			
RUC-09																			
RUC-10																			
RUC-11																			
RUC-12																			
RUC-13																			
RUC-14																			
RUC-15							X	X	X	X		X	X	X					
RUC-16											X	X	X						
RUC-17				X															
RUC-18				X	X	X													
RUC-19						X													
RUC-20						X													
RUC-21	X	X	X	X	X												X		
RUR-01																			
RUR-02																			
RUR-03																			
RUR-04																			
RUR-05																			
RUR-06																			
RUR-07																		X	
RUR-08																		X	
RUR-09																			
RUR-10																			
RUR-11																			
RUR-12																			
RUR-13																			
RUR-14																			
RUR-15																			
RUR-16				X	X														
RUR-17	X	X	X	X	X														
RUR-18							X	X	X				X	X					
RUR-19							X	X	X	X			X	X					
RUR-20											X	X	X						
RUR-21															X				
RUR-22																			

Tabla 7: Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software (III)

	RSI-04	RSI-05	RSO-01	RSO-02	RSO-03	RSO-04	RSRe-01	RSRe-02	RSRe-03	RSC-01	RSC-02	RSC-03	RSC-04	RSSe-01	RSSe-02	RSSe-03	RSCal-01	RSCal-02	TOTAL
RUC-01						X			X	X	X	X		X					X
RUC-02									X	X	X	X	X	X	X				X
RUC-03																			X
RUC-04																			X
RUC-05														X		X			X
RUC-06																			X
RUC-07																	X		X
RUC-08																			X
RUC-09																			X
RUC-10																			X
RUC-11																			X
RUC-12																			X
RUC-13																			X
RUC-14																			X
RUC-15					X	X													X
RUC-16																			X
RUC-17						X													X
RUC-18																			X
RUC-19					X	X													X
RUC-20					X	X													X
RUC-21																			X
RUR-01										X	X	X		X					X
RUR-02										X	X	X	X	X	X	X			X
RUR-03										X	X	X							X
RUR-04												X	X	X	X				X
RUR-05																			X
RUR-06																X			X
RUR-07																			X
RUR-08																	X		X
RUR-09																			X
RUR-10													X		X				X
RUR-11																			X
RUR-12													X		X				X
RUR-13																			X
RUR-14																			X
RUR-15						X							X		X				X
RUR-16					X	X													X
RUR-17																			X
RUR-18																			X
RUR-19						X							X		X				X
RUR-20																			X
RUR-21																			X
RUR-22			X	X															X

Tabla 8: Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos software (IV)

4.5. ESPECIFICACIÓN DE CASOS DE USO

Una vez expuestos los requisitos del sistema, tanto de usuario como software, se deben elaborar los distintos diagramas de casos de uso resultantes de los mismos, así como la especificación textual de cada caso de uso para su mejor entendimiento.

A diferencia de otras aplicaciones de escritorio, las plataformas web, por su naturaleza, permiten agrupar los casos de uso en varios grupos que son comunes a casi todos los escenarios y actores. De esta manera se tienen los casos de uso agrupados por funcionalidades. Unas relacionadas con la entrada de usuario, otras agrupando las funcionalidades relacionadas con menús y gráficos, algunas recogen la interacción del sistema con los distintos objetos que lo componen y por último las que recogen acciones variadas que no encajan dentro de un grupo específico.

En los casos de uso se especifica qué hace el sistema en respuesta a una interacción de un usuario externo, por tanto no se tendrá en cuenta al propio sistema como actor (sólo sistemas externos que interactúen con el propio se pueden considerar actores). En los siguientes subapartados pueden verse por un lado la especificación gráfica de todos los casos de uso a través de ilustraciones, y por otro lado su especificación textual.

4.5.1. ESPECIFICACIÓN GRÁFICA

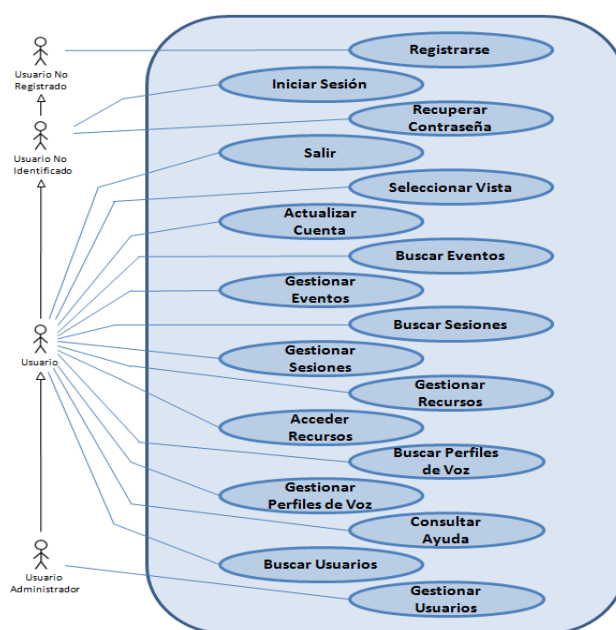


Ilustración 6: Representación Gráfica Casos de Uso

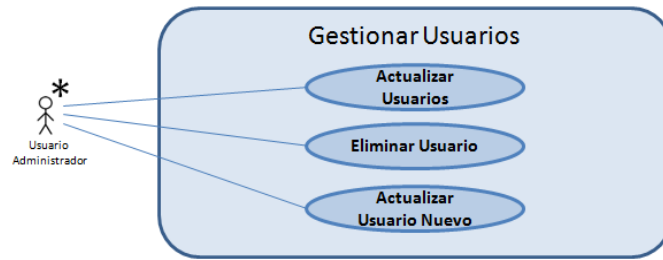


Ilustración 7: Representación Gráfica Casos de Uso - Gestionar Usuarios

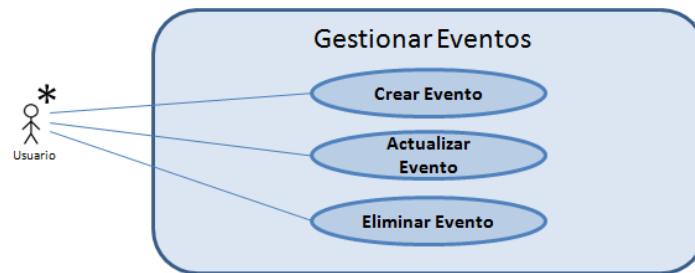


Ilustración 8: Representación Gráfica Casos de Uso - Gestionar Eventos

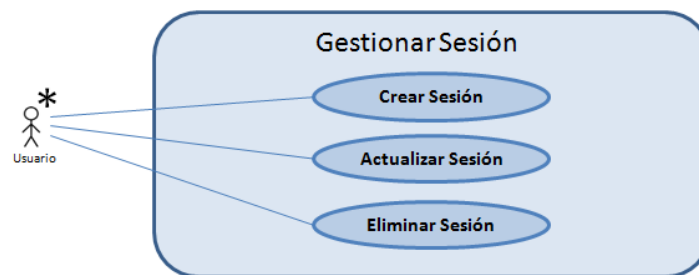


Ilustración 9: Representación Gráfica Casos de Uso - Gestionar Sesiones

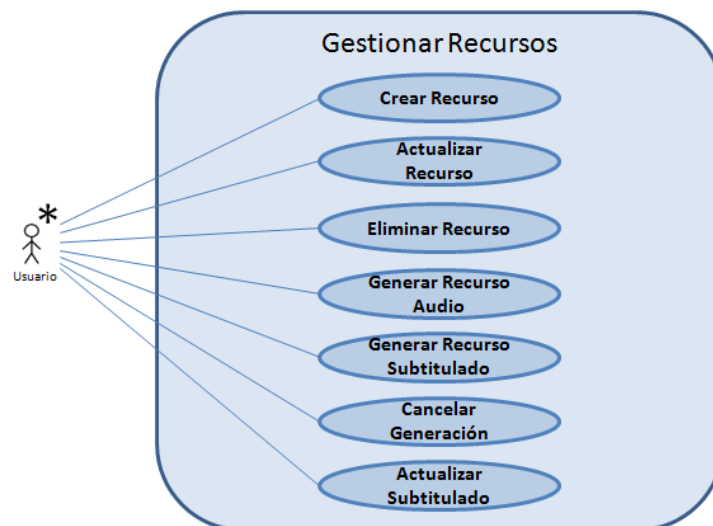


Ilustración 10: Representación Gráfica Casos de Uso - Gestionar Recursos

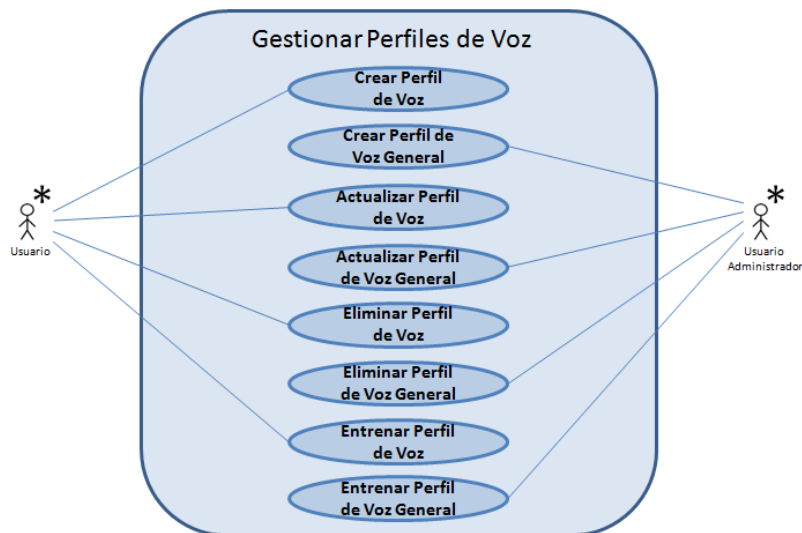


Ilustración 11: Representación Gráfica Casos de Uso - Gestionar Perfiles de Voz

4.5.2. ESPECIFICACIÓN TEXTUAL

La especificación textual se utiliza para dotar de mayor comprensión a la representación gráfica de los casos de uso.

A continuación, se muestra la plantilla empleada para la especificación textual de cada caso de uso:

IDENTIFICADOR: CU-XX	
Nombre	
Actores	
Objetivo	
Precondiciones	
Postcondiciones	

Tabla 9: Plantilla especificación de casos de uso.

De cada caso de uso se especificarán los siguientes términos:

- **Identificador:** representa de forma unívoca cada caso de uso. La sintaxis de nombrado será la siguiente: CU-XX, donde XX serán 2 dígitos que numeran ordenadamente los casos de uso, comenzando necesariamente por “CU-01”.
- **Nombre:** título corto que se le da a cada caso de uso, de acuerdo a los diagramas del apartado anterior.

- **Actores:** son los usuarios que intervienen directamente en su realización.
- **Objetivo:** se refiere al objetivo concreto del caso de uso.
- **Precondiciones:** condiciones que deben darse previamente en el sistema para que el caso de uso pueda efectuarse.
- **Postcondiciones:** indican el estado del sistema después de la ejecución del caso de uso.

A continuación se representa dicha especificación indicando los objetivos de todos los casos de uso, pero mostrando los actores, precondiciones y postcondiciones sólo de los más representativos para agilizar la lectura y comprensión.

IDENTIFICADOR: CU-01	
Nombre	Registrarse
Actores	Usuario No Registrado
Objetivo	Registrarse en la aplicación introduciendo los datos necesarios.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - No haberse registrado antes en la aplicación. - El nombre de usuario con el que se pretende registrar no existe. - La dirección de correo electrónico proporcionada para el registro es válida y no existe para otro usuario.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El "Usuario No Registrado" se convierte en "Usuario" registrado para poder acceder a todas las funcionalidades.

IDENTIFICADOR: CU-02	
Nombre	Iniciar Sesión
Actores	Usuario No Identificado
Objetivo	Identificarse para acceder a las funcionalidades que ofrece el sistema.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario ha debido registrarse previamente. - El login y contraseña introducidos son válidos.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El "Usuario No Identificado" queda como "Usuario" identificado y tiene acceso a su espacio personal y funcionalidades.

IDENTIFICADOR: CU-03	
Nombre	Recuperar Contraseña
Objetivo	Recuperar la contraseña si ha sido olvidada por el usuario.

IDENTIFICADOR: CU-04	
Nombre	Salir
Objetivo	Desconectarse de manera segura de la aplicación.

IDENTIFICADOR: CU-05	
Nombre	Seleccionar Vista
Objetivo	Seleccionar la vista y opciones de funcionalidad asociadas a un rol de usuario activo.

IDENTIFICADOR: CU-06	
Nombre	Actualizar Cuenta
Objetivo	Modificar cualquier dato personal o de acceso que consta en el perfil del usuario (nombre, contraseña, correo electrónico, etc).

IDENTIFICADOR: CU-07	
Nombre	Buscar Eventos
Actores	Usuario
Objetivo	Hacer una búsqueda de eventos que coincidan con los campos introducidos en los filtros de búsqueda.
Precondiciones	- Los campos de búsqueda deben ser válidos.
Postcondiciones	- Presentación de listado de eventos coincidentes con los campos de filtrado rellenos.

IDENTIFICADOR: CU-08	
Nombre	Crear Evento
Objetivo	Crear un evento que recogerá una nueva entrada accesible por otros usuarios donde se alojarán las distintas sesiones.

IDENTIFICADOR: CU-09	
Nombre	Actualizar Evento
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de evento existente.

IDENTIFICADOR: CU-10	
Nombre	Eliminar Evento
Actores	Usuario
Objetivo	Borrar un evento y sus dependencias.
Precondiciones	- El evento debe haber sido seleccionado previamente.
Postcondiciones	- La datos del evento y el propio evento serán eliminados y no podrán ser recuperados.

IDENTIFICADOR: CU-11	
Nombre	Buscar Sesiones
Objetivo	Hacer una búsqueda de sesiones que coincidan con los campos introducidos en los filtros de búsqueda.

IDENTIFICADOR: CU-12	
Nombre	Crear Sesión
Objetivo	Crear una sesión que recogerá una nueva entrada accesible por otros usuarios donde se alojarán los distintas recursos.

IDENTIFICADOR: CU-13	
Nombre	Actualizar Sesión
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de sesión existente.

IDENTIFICADOR: CU-14	
Nombre	Eliminar Sesión
Objetivo	Borrar una sesión y sus dependencias.

IDENTIFICADOR: CU-15	
Nombre	Crear Recurso
Actores	Usuario
Objetivo	Crear un recurso nuevo dentro de una sesión. Subirá un recurso físico almacenado en su disco duro y proporcionará su información relativa.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario ha seleccionado el tipo de recurso. - El usuario adjunta el archivo físico desde su equipo. - El usuario selecciona el perfil de voz empleado en el recurso. - Los campos de creación deben ser válidos.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - La entrada con el nuevo recurso asociado al perfil del voz es almacenada y estará visible para el resto de usuarios. - El fichero está almacenado en la aplicación. - Los datos del recurso se actualizarán con el estado del archivo.

IDENTIFICADOR: CU-16	
Nombre	Actualizar Recurso
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de recurso existente.

IDENTIFICADOR: CU-17	
Nombre	Eliminar Recurso
Actores	Usuario
Objetivo	Borrar un recurso y sus dependencias.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El recurso debe haber sido seleccionado previamente.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos del recurso, el propio recurso así como el archivo físico serán eliminados y no podrán ser recuperados.

IDENTIFICADOR: CU-18	
Nombre	Generar Recurso Audio
Actores	Usuario
Objetivo	Extraer un audio de un recurso de vídeo y generar un nuevo recurso de audio.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El recurso de vídeo debe haber sido seleccionado previamente y estar cargado en el servidor. - La transacción debe estar en preproceso.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos del recurso de vídeo son actualizados. - El archivo de audio se almacena en el servidor. - El recurso de audio se genera y se asocia al archivo físico.

IDENTIFICADOR: CU-19	
Nombre	Generar Recurso Subtitulado
Actores	Usuario
Objetivo	Extraer un subtítulo de un recurso de audio y generar un nuevo recurso de subtitulado.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El recurso de audio debe haber sido seleccionado previamente y estar cargado en el servidor. - La transacción debe estar en preproceso.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos del recurso de audio son actualizados. - El archivo de subtitulado se almacena en el servidor. - El recurso de subtitulado se genera y se asocia al archivo físico.

IDENTIFICADOR: CU-20	
Nombre	Cancelar Generación
Actores	Usuario
Objetivo	Cancelar la generación de una transacción de audio o subtítulo.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - La transacción debe estar en proceso o en espera de preproceso.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos del recurso origen son actualizados. - El archivo en generación es eliminado del servidor. - La solicitud de transacción de generación es eliminada.

IDENTIFICADOR: CU-21	
Nombre	Actualizar Subtitulado
Actores	Usuario
Objetivo	Actualizar el contenido de un recurso de subtítulos.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe haber seleccionado el recurso de subtitulado. - Editar el contenido y subir los cambios.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El contenido del subtitulado es actualizado con los cambios.

IDENTIFICADOR: CU-22	
Nombre	Acceder Recursos
Actores	Usuario
Objetivo	Visualizar y/o descargar los recursos.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe haber seleccionado el recurso. - El usuario ha seleccionado la opción de acceder al recurso.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El recurso se ofrece al usuario mediante un enlace de descarga de. - El recurso se ofrece mediante un player de reproducción si es vídeo o con un bloque de texto si es subtitulado.

IDENTIFICADOR: CU-23	
Nombre	Buscar Perfiles de Voz
Objetivo	Hacer una búsqueda de perfiles de voz de un usuario.

IDENTIFICADOR: CU-24	
Nombre	Crear Perfil de Voz
Actores	Usuario
Objetivo	Crear un perfil de voz nuevo propiedad del usuario. Subirá recursos físicos con el audio y el texto junto a su información relativa.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario adjunta el archivo físico de voz desde su equipo. - El usuario adjunta el archivo físico de texto desde su equipo. - Los campos de creación deben ser válidos.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - La entrada con el nuevo perfil de voz asociado al usuario será almacenada y estará visible para el resto de usuarios. - Los datos del perfil de voz se actualizarán con el estado de la subida y entrenamiento.

IDENTIFICADOR: CU-25	
Nombre	Crear Perfil de Voz General
Objetivo	Crear un perfil de voz general nuevo libre sin propiedad por parte de ningún usuario. Subirá recursos físicos con el audio y el texto junto a su información relativa.

IDENTIFICADOR: CU-26	
Nombre	Actualizar Perfil de Voz
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de perfil de voz existente.

IDENTIFICADOR: CU-27	
Nombre	Actualizar Perfil de Voz General
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de perfil de voz general existente.

IDENTIFICADOR: CU-28	
Nombre	Eliminar Perfil de Voz
Objetivo	Borrar un perfil de voz propio del usuario.

IDENTIFICADOR: CU-29	
Nombre	Eliminar Perfil de Voz General
Objetivo	Borrar un perfil de voz propio del usuario.

IDENTIFICADOR: CU-30	
Nombre	Entrenar Perfil de Voz
Actores	Usuario
Objetivo	Evolucionar un perfil de voz propiedad de un usuario. Subirá recursos físicos con el audio y el texto nuevos.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - El perfil de voz debe ser propiedad del usuario. - El perfil de voz debe estar seleccionado. - El usuario adjunta el archivo físico de voz desde su equipo. - El usuario adjunta el archivo físico de texto desde su equipo.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> - La entrada con el nuevo perfil de voz asociado al usuario será actualizada y estará visible para el resto de usuarios. - Los datos del perfil de voz se actualizarán con el estado de la subida y con el reentrenamiento sobre los nuevos archivos.

IDENTIFICADOR: CU-31	
Nombre	Entrenar Perfil de Voz General
Objetivo	Evolucionar un perfil de voz general. Subirá recursos físicos con el audio y el texto nuevos.

IDENTIFICADOR: CU-32	
Nombre	Consultar Ayuda
Objetivo	Consultar la ayuda que proporciona la aplicación a sus usuarios mediante búsquedas o lectura de la página de FAQ's

IDENTIFICADOR: CU-33	
Nombre	Buscar Usuarios
Objetivo	Hacer una búsqueda de usuarios que coincidan con los campos introducidos en los filtros de búsqueda.

IDENTIFICADOR: CU-34	
Nombre	Actualizar Usuarios
Objetivo	Modificar los datos de una entrada de usuario existente y actualizar sus permisos.

IDENTIFICADOR: CU-35	
Nombre	Eliminar Usuario
Objetivo	Borrar un usuario y sus dependencias.

IDENTIFICADOR: CU-36	
Nombre	Actualizar Usuario Nuevo
Objetivo	Consultar y modificar los datos de los usuarios nuevos y actualizar sus roles y permisos.

4.6. MATRIZ DE TRAZABILIDAD ENTRE CASOS DE USO Y REQUISITOS

Una vez que han sido definidos todos los casos de uso, de igual modo que se hizo entre requisitos, será necesario comprobar que todos los casos de uso expuestos en el apartado anterior son cubiertos por los requisitos definidos ya que en caso contrario no estarían completos y por lo tanto no se cubriría y cumpliría con toda la funcionalidad de la aplicación.

Para ello se realiza una matriz de trazabilidad cuyo fin es verificar la correspondencia de los requisitos software (tanto funcionales como no funcionales) frente a los Casos de Uso. Una vez realizada, se verificará que todas las columnas pertenecientes a los casos de uso son cubiertas por al menos un requisito software.

- En los resultados de trazabilidad obtenidos se ha comprobado y verificado que todos los casos de uso han sido cubiertos por al menos uno de los requisitos software.

A continuación puede verse en las matrices de trazabilidad siguientes cómo se justifica esta conclusión:

	RSF-01	RSF-02	RSF-03	RSF-04	RSF-05	RSF-06	RSF-07	RSF-08	RSF-09	RSF-10	RSF-11	RSF-12	RSF-13	RSF-14	RSF-15	RSF-16	RSF-17	RSF-18	RSF-19
CU-01	X	X																	
CU-02				X															
CU-03							X												
CU-04						X													
CU-05								X	X										
CU-06										X	X								
CU-07													X	X					
CU-08	X																	X	
CU-09																			X
CU-10																			
CU-11													X	X					
CU-12	X																		
CU-13																			
CU-14																			
CU-15	X																		
CU-16																			
CU-17																			
CU-18	X																		
CU-19	X																		
CU-20																			
CU-21																			
CU-22													X	X					
CU-23													X	X					
CU-24	X																		
CU-25	X																		
CU-26																			
CU-27																			
CU-28																			
CU-29																			
CU-30																			
CU-31																			
CU-32																			
CU-33													X	X	X	X			
CU-34												X							
CU-35																	X		
CU-36												X							

Tabla 10: Matriz de trazabilidad entre casos de uso y requisitos (I)

	RSF-20	RSF-21	RSF-22	RSF-23	RSF-24	RSF-25	RSF-26	RSF-27	RSF-28	RSF-29	RSF-30	RSF-31	RSF-32	RSF-33	RSF-34	RSF-35	RSF-36	RSF-37	RSF-38
CU-01																			
CU-02																			
CU-03																			
CU-04																			
CU-05																			
CU-06																			
CU-07	X																		
CU-08																			
CU-09																			
CU-10		X																	
CU-11					X														
CU-12			X																
CU-13				X															
CU-14						X													
CU-15								X	X									X	
CU-16										X								X	X
CU-17												X							
CU-18													X	X				X	X
CU-19															X	X		X	X
CU-20																	X	X	X
CU-21																		X	X
CU-22											X								
CU-23																			
CU-24																			
CU-25																			
CU-26																			
CU-27																			
CU-28																			
CU-29																			
CU-30																			
CU-31																			
CU-32																			
CU-33																			
CU-34																			
CU-35																			
CU-36																			

Tabla 11: Matriz de trazabilidad entre casos de uso y requisitos (II)

	RSF-39	RSF-40	RSF-41	RSF-42	RSF-43	RSF-44	RSF-45	RSF-46	RSF-47	RSF-48	RSF-49	RSF-50	RSF-51	RSF-52	RSF-53	RSR-01	RSI-01	RSI-02	RSI-03
CU-01																			
CU-02																			
CU-03																			
CU-04																			
CU-05																		X	
CU-06																			
CU-07																			
CU-08																			
CU-09																			
CU-10																			
CU-11																			
CU-12																			
CU-13																			
CU-14																			
CU-15																			
CU-16																			
CU-17																			
CU-18																			
CU-19																			
CU-20																			
CU-21				X															
CU-22	X	X	X		X												X		
CU-23											X								
CU-24							X		X					X					
CU-25								X	X					X					
CU-26										X									
CU-27										X									
CU-28												X							
CU-29												X							
CU-30													X	X					
CU-31													X	X					
CU-32															X				
CU-33																			
CU-34																			
CU-35																			
CU-36																			

Tabla 12: Matriz de trazabilidad entre casos de uso y requisitos (III)

	RSI-04	RSI-05	RSO-01	RSO-02	RSO-03	RSO-04	RSRe-01	RSRe-02	RSRe-03	RSC-01	RSC-02	RSC-03	RSC-04	RSSe-01	RSSe-02	RSSe-03	RSCal-01	RSCal-02	TOTAL
CU-01										X	X	X							X
CU-02																			X
CU-03																X			X
CU-04																			X
CU-05																			X
CU-06												X							X
CU-07																			X
CU-08																			X
CU-09																			X
CU-10																			X
CU-11																			X
CU-12																			X
CU-13																			X
CU-14																			X
CU-15																			X
CU-16																			X
CU-17																			X
CU-18						X													X
CU-19						X													X
CU-20						X													X
CU-21																			X
CU-22																			X
CU-23																			X
CU-24																			X
CU-25																			X
CU-26																			X
CU-27																			X
CU-28																			X
CU-29																			X
CU-30																			X
CU-31																			X
CU-32																			X
CU-33																			X
CU-34																			X
CU-35																			X
CU-36																			X

Tabla 13: Matriz de trazabilidad entre casos de uso y requisitos (IV)

5. DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo se realiza el diseño del sistema de información, es decir, se trata de resolver el problema planteado y modelado en el capítulo de análisis del sistema, realizando una especificación de todos sus componentes para así hacer mucho más sencillo el proceso de desarrollo de la aplicación.

En esta fase se debe tomar como guía el análisis para realizar un diseño de componentes exhaustivo. El objetivo es realizar el diseño detallando con mayor profundidad los componentes, subsistemas y clases en que se dividirá la aplicación, haciendo hincapié en cómo se relacionan entre sí gracias a sus respectivos diagramas de colaboración.

El fin último es conseguir que posteriormente en la fase de implementación esté todo afianzado y no sea necesario tener que replantear ningún aspecto del análisis previo y del diseño posterior.

Una vez concluida esta fase de diseño donde se encuentre definido el concepto físico del sistema se pasará al siguiente punto, la fase de implementación, donde se dispondrá cómo será la codificación de los diferentes métodos de cada elemento por separado.

5.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este apartado se realiza la especificación de la arquitectura del sistema en que se basa el proyecto como aplicación web. Para ello se define la tecnología utilizada a través de la especificación de los componentes físicos que componen el sistema, la descripción del método empleado para el diseño del sistema o patrón de diseño, y por último la representación del sistema en subsistemas donde se definen cada una de las partes lógicas interrelacionadas.

5.1.1. PATRÓN DE DISEÑO

El patrón de diseño define los nodos lógicos que forman el sistema y sus comunicaciones. Es recomendable identificarlos como los elementos de más significativos de la arquitectura en la que se va a implementar el sistema.

La arquitectura que se va a utilizar en este sistema es una arquitectura basada en cuatro capas. Esta arquitectura se basa a su vez en el **MVC**, Modelo-Vista-Controlador, añadiendo una capa llamada **Infraestructura**, como puede verse en el siguiente gráfico:

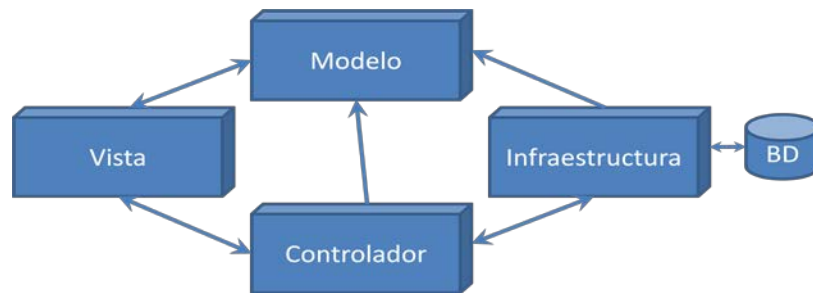


Ilustración 12: Patrón de Diseño de cuatro capas basado en MVC

- **Vista:** dedicada a la interacción con el usuario a través del interfaz de usuario, así como a la presentación de los elementos visuales de la aplicación.
- **Controlador:** encargada de la gestión de los mensajes recibidos por los diferentes componentes de la interfaz de usuario y su traducción a mensajes comprensibles por el modelo conceptual. Se encarga también del control de flujo de la aplicación y del control de la navegación entre ventanas.
- **Modelo:** contiene el modelo conceptual y de negocio del sistema, es decir, la información que maneja la aplicación. En él, se llevan a cabo todas las tareas de procesamiento necesarias para cubrir la funcionalidad del sistema.
- **Infraestructura:** provista de mecanismos que permiten independizar los subsistemas anteriores de la plataforma y añadir persistencia de datos. Gestiona los datos de la aplicación a nivel físico, interactuando con el sistema de almacenamiento elegido. En este caso, un sistema gestor de bases de datos.

El patrón de diseño escogido muestra la división de la aplicación en cuatro partes que se ocupan de actividades concretas. Sus ventajas y motivo de elección son:

- Corresponde a un modelo donde la interfaz de usuario, el modelo de negocio, la lógica de la aplicación y la capa de almacenamiento se encuentran separados pero interrelacionados entre sí.
- Permite dividir el trabajo en base a distintos roles de personal.
- En vista al mantenimiento y variaciones futuras, como posibles ampliaciones, mejoras o modificaciones de las funcionalidades ya existentes. Con esta arquitectura se reducen las dependencias y aumenta la modularidad, así como la potencia de reutilización.
- Permite que la arquitectura agrupe los componentes de tal manera que se consiga la máxima cohesión entre componentes de la misma capa y el mínimo acoplamiento entre capas distintas.
- Acceso más eficiente a los datos, así como una gestión más eficiente de los componentes críticos de la aplicación.
- Gracias a la capa de infraestructura se puede independizar la aplicación de la persistencia y robustez de los datos de la base de datos

5.1.2. ENTORNO OPERACIONAL

Una vez definido el patrón de diseño que se va a utilizar, hay que distinguir dónde va a estar físicamente cada componente de la arquitectura. De este modo, al tratarse de una aplicación web, habrá que separar físicamente la arquitectura en dos partes. Es decir, hay que diferenciar entre el lado del cliente y el lado del servidor.

Del lado del cliente no se contiene lógica del sistema, puesto que los dispositivos son los medios con que los usuarios acceden a la aplicación a través de un navegador web. Es esta capa donde se ejecutará lo necesario para presentar la interfaz gráfica, es decir, la capa de vista. Mientras que en el lado del servidor se encuentra toda la lógica de la aplicación y se proporciona la funcionalidad necesaria que utilizan los usuarios.

Para el desarrollo de la aplicación existen múltiples opciones de plataformas y lenguajes de programación. Por ello es importante antes de comenzar la implementación tener en cuenta la facilidad de programación, la reutilización, la sencillez, la potencia y las posibilidades que ofrecen las distintas opciones y así elegir la más apropiada.

La arquitectura seguida será una aproximación del modelo cliente-servidor bajo el patrón de diseño seleccionado antes y está representada en el gráfico siguiente:

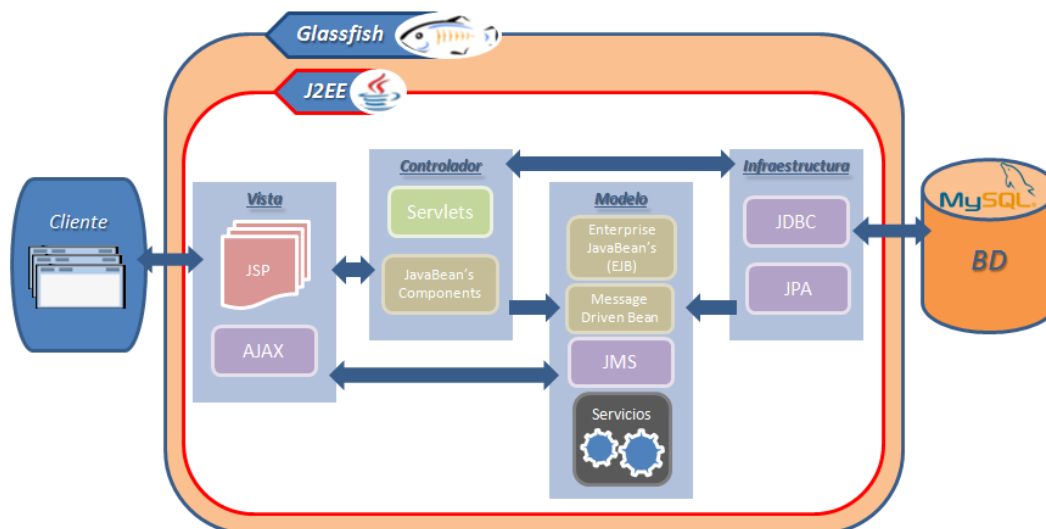


Ilustración 13: Arquitectura del Sistema - Entorno operacional

El protocolo utilizado en la comunicación entre los clientes y el servidor es HTTP. Esta comunicación será bidireccional, el cliente enviará peticiones al servidor y éste responderá a esas solicitudes. En este sentido no parece apropiado representar la arquitectura mediante un diagrama de clases, ya que la mayoría de las capas que componen la aplicación están en correspondencia con la parte web de la misma.

5.1.2.1. LENGUAJE Y PLATAFORMA DE DESARROLLO

Para el desarrollo de la aplicación se ha optado por emplear la plataforma de desarrollo J2EE [J2EE, 2013], basada en el lenguaje de programación Java. Diseñada por Sun y enfocada a aplicaciones empresariales. La plataforma J2EE forma un conjunto de especificaciones con módulos diversos para abarcar las necesidades de la lógica de negocio de la aplicación. Algunos de estos módulos por ejemplo son JDBC, Java DataBase Connectivity, para acceso a bases de datos, JSP, JavaServer Pages, y Servlets para aplicaciones web, JMS, Java Message Service, para servicio de colas de mensajes, o JPA, Java Persistence API, para la persistencia de datos relacionados, entre los algunos de los principales utilizados en la aplicación aunque J2EE soporta otros módulos especiales para múltiples utilidades.

Otro de los principales motivos de usar J2EE es que se adapta perfectamente al patrón MVC gracias a las opciones de encapsulamiento de las funcionalidades. El

principal ejemplo es posibilidad de separar los paquetes encargados de las llamadas HTTP y las páginas dinámicas de los paquetes de negocio, es decir, la funcionalidad web de la estructura de servicio interna.

La ventaja más importante está en el mantenimiento y evolución del sistema, ya que podrán modificarse según necesidad los servicios al estar definidos como Beans de Java que pueden ser instanciados individualmente. El último motivo, y por ello no menos importante, de cara a la exportación permiten un portabilidad sencilla para despliegues compatibles con J2EE.

5.1.2.2. SERVIDOR DE APLICACIÓN

Existe una relación directa entre la utilización de un servidor y el rendimiento de sus aplicaciones. Es importante elegir un servidor que facilite la implementación para la tecnología de las especificaciones necesarias del servicio web, ya que una buena elección mejorará la calidad de la aplicación y la productividad de sus desarrolladores.

En consonancia, las mejores opciones eran Tomcat y Glassfish, puesto que ambas son excelentes para aplicaciones de internet con Java. Finalmente la decisión fue utilizar Glassfish [Glassfish, 2010], desarrollado por Sun, es una serie de contenedores Java EE donde incluye web, mientras que Tomcat sólo es contenedor web. Esto hace que influya por ejemplo en que las aplicaciones de Tomcat son compatibles en Glassfish y al revés no. Las ventajas de Glassfish derivadas de esto son:

- Está preparado para admitir trabajos con equilibrio de carga gracias al clustering.
- Administración sencilla gracias a interfaz web de consola y línea de comandos.
- Las actualizaciones de software están disponibles para fácil instalación mientras que en Tomcat el nuevo software requiere instalaciones más específicas.
- Permite empaquetado de aplicaciones EJB mediante WAR en lugar de en EAR.
- Es capaz de retener de sesiones entre diferentes despliegues de aplicación.
- Facilita una migración sencilla ya que aprovecha tecnologías como JPA, JMS o EJB (Enterprise Java Bean), interesantes en esta aplicación. Mientras que en Tomcat deben agregarse junto a la implementación de sus capacidades.

- Admite la reconfiguración de servidores sin necesidad de reiniciar el servicio como ocurre en Tomcat cada vez que se modifica algún tipo de recurso fuente.

Por último, y para mostrar un ejemplo que ayude a confirmar la elección, a continuación se muestra un estudio estadístico realizado por Sun [SUN, 2010] donde se calculó el número de operaciones por segundo que era capaz de admitir el servidor ante la petición de servicio de un servlet dedicado:

	Glassfish	Tomcat
Operaciones por segundo	6.988,9	6.615,3
Tiempo medio de respuesta (seg)	0,242	0,358
Tiempo máximo de respuesta (seg)	1,519	3,693
90% tiempo de respuesta (seg)	0,6	0,75

Tabla 14: Resultado de comparativa de tiempos de operación entre servidores

5.1.2.3. SERVICIO DE ALMACENAMIENTO

Para el servicio de almacenamiento mediante una base de datos, existe una API incorporada en J2EE que permite la ejecución de operaciones sobre bases de datos utilizando Java como lenguaje de programación. JDBC será la empleada por estar integrada como complemento dentro de los paquetes de Glassfish.

En cuanto al sistema gestor de bases de datos, la elección es MySQL por ser un motor sobre bases de datos SQL con un uso extendido a nivel mundial en múltiples y variadas aplicaciones donde suma a su potencia el beneficio de ser gratuito.

La aplicación tiene la necesidad de garantizar robustez y persistencia de datos al estar disponible las 24 horas del día a múltiples usuarios en paralelo. Por ello es primordial utilizar un componente como JPA para la persistencia de datos relacionados. Su función es modelar una representación virtual de datos físicos de la base de datos en objetos Java denominados Entidad o Entities, para su procesado y manipulación segura.

5.1.2.3. SERVICIO DE APLICACIÓN WEB

El servicio de aplicación para la parte web se basa en el modelo de peticiones y respuestas cliente-servidor a través de dos vías. Por un lado los servlets encargados de recibir las peticiones y responderlas, cuyos métodos principales serán los heredados de la clase Servlet, es decir, doGet() y doPost(). Y por otro lado las páginas JSP capaces de mostrar el contenido dinámico en base a la respuesta recibida para la petición.

Para tratar las funcionalidades solicitadas en las peticiones se emplean como elementos principales los EJBs, Enterprise Java Beans. Gracias a ellos es posible definir el modelo de componentes necesarios en la plataforma para J2EE. Existirán dos tipos de EJBs, los de entidad y los de sesión, ambos presentes en las aplicaciones J2EE.

Los de entidad posibilitan la tarea de persistencia de los datos encapsulando los objetos o entidades de la base de datos mediante un modelado de datos Java. En cambio los de sesión se encargan de controlar el flujo de información y se ofrecen como interfaz dentro de la aplicación.

5.1.3. IDENTIFICACIÓN DE SUBSISTEMAS

En este subapartado se muestra la descomposición de forma lógica del sistema de información en subsistemas más pequeños para facilitar el proceso de diseño. De esta manera se reduce la complejidad y se facilita el mantenimiento.

Para dividir el sistema en subsistemas más pequeños se ha seguido el criterio de agrupar los componentes que cooperan para conseguir un objetivo común. Estas agrupaciones están luego adaptadas a los paquetes que conforman las cuatro diferentes capas de la arquitectura de la aplicación (MVC más capa de Infraestructura).

Como resultado de esta división, siguiendo el criterio descrito anteriormente, se han detectado los siguientes subsistemas:

- **Subsistema de negocio:** Concentra el modelo conceptual del sistema con la información con que opera la aplicación. En él se llevan a cabo las tareas de procesamiento y mantenimiento de datos (consulta, modificación, inserción y

eliminación de los mismos). Dentro del patrón de diseño abarca el módulo del Modelo. Presenta dependencias con los subsistemas de interfaz, de control de eventos y de base de datos. Contiene los siguientes componentes:

- Componente Datos lógicos: Se encarga del mantenimiento de los datos utilizados en el subsistema de negocio y que están ligados al subsistema de base de datos. Dentro de este componente hay varios subcomponentes empaquetados de la siguiente manera:
 - Subcomponente Usuario: Gestiona los datos de usuario y sus roles.
 - Subcomponente Reconocimiento: Gestiona los datos de perfiles de voz y motores de reconocimiento.
 - Subcomponente Recursos: Gestiona los datos de recursos, sesiones y eventos.
 - Componente Manejador de servicios: Encargado del mantenimiento de los servicios de la aplicación y su correcto uso entre los diferentes subsistemas. Dentro de este componente hay varios subcomponentes empaquetados de la siguiente manera:
 - Subcomponente Reconocimiento: Para gestionar el servicio de reconocimiento.
 - Subcomponente Usuarios: Controla el servicio de gestión de usuarios.
 - Subcomponente Control de directorios: Gestiona las ubicaciones de los archivos físicos de recursos y perfiles.
 - Subcomponente Sesión y Roles: Mantiene el servicio de gestión de sesiones y roles de uso de los usuarios.
 - Subcomponente Conversiones: Controla el servicio de gestión de conversiones de archivos y formatos.
 - Subcomponente Peticiones: Para gestionar el servicio de gestión de peticiones de transacción (extracción o transcripción).
- **Subsistema de interfaz**: Dedicado a la presentación de los elementos visuales de la aplicación con los datos del modelo de negocio, siendo estos datos los que faciliten la interacción con la aplicación. Dentro del patrón de diseño abarca el módulo de la Vista. Presenta dependencias con los subsistemas de negocio y con el subsistema control de eventos. Contiene los siguientes componentes:

- Componente de Presentación de información: Encargado de la presentación del contenido al usuario. Es el que maneja los JSP diversos de cada funcionalidad. Dispone de páginas para las diferentes funcionalidades, como por ejemplo las búsquedas, las inserciones, ediciones, registro, acceso, portadas, etc.
 - Componente de Mensajes asíncronos: Encargado del control de formularios, elementos visuales y estados de las subidas de archivos y acciones adicionales a través de AJAX y Javascript. Está formado por elementos JSP de recepción y envío, por el elemento javascript para estado de subida y por un controlador de estado.
- **Subsistema de control de eventos**: Controla las operaciones internas del sistema, es decir, recibe desde el interfaz las peticiones del usuario, las traduce a mensajes comprensibles por el modelo conceptual, y envía peticiones tanto al modelo conceptual como a los sistemas externos para poder producir una respuesta al usuario. Además, es responsable del flujo de la aplicación y del control de la navegación entre ventanas. Dentro del patrón de diseño abarca el módulo del Controlador. Presenta dependencias con los subsistemas de negocio, de interfaz y de base de datos. Contiene los siguientes componentes:
- Componente de Enrutamiento: Encargado de la navegación y distribución de datos dentro de los distintos comandos. Dentro de este componente hay varios subcomponentes empaquetados de la siguiente manera:
 - Subcomponente Receptor: Gestiona la recepción de mensajes desde las páginas JSP y posteriormente enrutarlos al servlet adecuado.
 - Subcomponente Parseador: Parsea los mensajes y en función de su composición indica al Receptor que comando debe ejecutar.
 - Componente de Funcionalidad: Encargado de la solicitud al modelo de ejecución de las funcionalidades para que posteriormente sean llevadas a cabo en el modelo de negocio. Dentro de este componente hay varios subcomponentes empaquetados de la siguiente manera:
 - Subcomponente Comandos: Gestionan las tareas pertinentes de comunicación con el Helper correspondiente para una funcionalidad concreta.

- Subcomponente Helper: Gestiona cada comando y se comunica con el modelo a fin de ir realizando los pasos de cada funcionalidad. Su objetivo es proporcionar al modelo los datos desde el exterior necesarios para realizar la funcionalidad.
 - Subcomponente Control: Gestiona y controla la introducción de datos desde el exterior a través de formularios que rellena el usuario. Su objetivo es controlar que todos los campos introducidos son correctos.
 - Componente Recuperación: Este componente se encarga de realizar una recuperación ante caídas del sistema de maneja que al iniciar vuelva a cargar y recuperar las solicitudes de transacción realizadas. Será invocado desde la puesta en marcha del servidor gracias a instrucciones desde el diagrama de despliegue.
 - Componente Acceso e Identificación: Este componente se encarga de comprobar que el acceso es correcto y determinar a qué página derivar cualquier petición, ya sea por selección de funcionalidad o por no tener permisos de acceso.
- **Subsistema de base de datos:** Tiene mecanismos encargados de añadir persistencia de datos al sistema y de independizarlo las capas restantes de la aplicación. Se encarga de gestionar los datos de la aplicación a nivel físico, interactuando con el sistema de almacenamiento elegido. Estos datos podrán ser modificados, eliminados o consultados en cualquier momento. Dentro del patrón de diseño abarca el módulo de la Infraestructura. Presenta dependencias con los subsistemas de negocio, y de control de eventos. Contiene los siguientes componentes:
- Componente DAO: Controla el acceso a la base de datos a nivel instrucciones. Es el "Data Access Object" dedicado a gestiona qué instrucciones ejecutar en cada momento según sea la funcionalidad necesaria. Dentro de este componente hay varios subcomponentes empaquetados de la siguiente manera:
 - Subcomponente Usuario: Gestiona los datos de usuario y sus roles.
 - Subcomponente Reconocimiento: Gestiona los datos de perfiles de voz y motores ASR (Reconocimiento Automático del Habla).

- Subcomponente Recursos: Gestiona los datos de recursos, sesiones y eventos.
- *Componente Persistencia*: Controla el acceso a la base de datos de manera concurrente manteniendo la estabilidad de los datos así como su integridad y persistencia. Es el módulo de persistencia encargado de cada una de las transacciones de forma segura. Está formado por diferentes clases que recogen las entidades de la base de datos. Es decir, por cada entidad o relación con entidad propia dentro de la base de datos.

5.2. DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO

El interfaz de usuario es el componente de la arquitectura ligado a la parte de la vista. Facilita la comunicación con los usuarios gracias al flujo de información que se comparte en ambos sentidos. Su correcto diseño es un punto importantísimo al que prestar debida atención, no en vano es la puerta de enlace con el usuario final.

El diseño de la interfaz debe ser sencillo a la par que eficaz puesto que constituye tanto el formato como el aspecto del contenido que se ofrece al usuario. Su construcción debe estar apoyada en el uso de hojas de estilo que se encargarán de abarcar toda la estructura de la aplicación.

Un gran problema de cara al uso y la eficacia de las aplicaciones web se debe a una mala distribución culpa de un mal diseño. Es apropiado que la distribución por la pantalla de los elementos que se desea que aparezcan sirva de guía para alcanzar rápidamente la información buscada. Los elementos de navegación deben orientarse ante todo a la simplicidad con una arquitectura de la información muy clara. Es importante disponer de elementos diferenciados que se encarguen de un tipo de acción exclusiva pero común a lo largo de las diferentes secciones. La idea es mantener una estructura homogénea que resulte cómoda, agradable y fácil de recordar.

5.2.1. ESTRUCTURA GENERAL

La distribución general es la que tendrá la aplicación en todas sus diferentes vistas y páginas.

- **Cabecera:** Sección superior donde se recoge la imagen corporativa de la aplicación con el icono y el nombre de la misma
- **Bloque de contenido:** Sección central donde se muestra la información y se da uso al contenido de cara al usuario. Aquí se recogen los formularios de búsqueda y sus listados de resultados además de los diferentes contenidos y recursos, así como el formulario de registro para nuevos usuarios.
- **Bloque vertical derecho:** Sección destinada a la navegación y acceso a funcionalidades de la aplicación a través de menú.
- **Pie:** Sección informativa de las entidades involucradas en la aplicación así como información sobre el cumplimiento de estándares de desarrollo y accesibilidad. Se mantiene igual en todas las páginas y vistas.

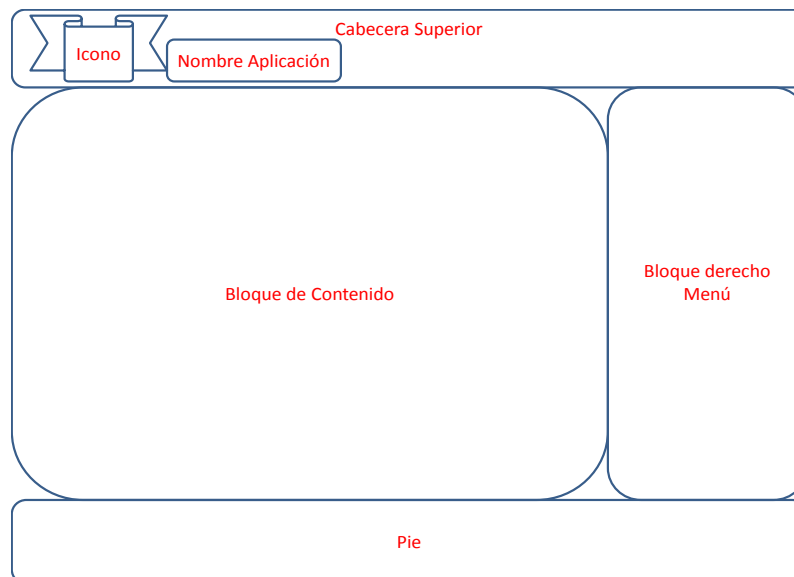


Ilustración 14: Boceto de la Estructura General del Interfaz

5.2.2. ESTRUCTURAS SEGÚN IDENTIFICACIÓN

La distribución general anterior es la forma en que está distribuida toda la aplicación aunque dentro de las posibilidades que hay, existen dos vistas diferentes, una con la vista de inicio donde no hay usuarios identificados y la otra cuando ya están dentro de la aplicación.

5.2.2.1. ESTRUCTURA INICIO: USUARIO NO IDENTIFICADO

- **Cabecera:** Se mantiene como en la estructura general.
- **Bloque de contenido:** Información sobre la aplicación. En caso de registro de usuario nuevo ofrece el formulario de inserción.
- **Bloque vertical derecho:** Formulario de acceso y enlace para registro.

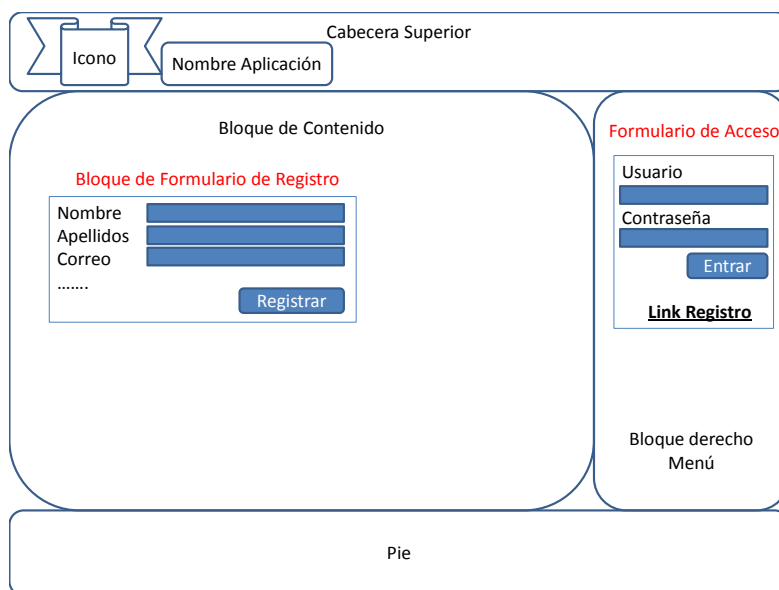


Ilustración 15: Boceto de la Estructura de Inicio del Interfaz

5.2.2.2. ESTRUCTURA PRINCIPAL: USUARIO IDENTIFICADO

- **Cabecera:** Se mantiene como en la estructura general en la parte izquierda. Incorpora en la parte derecha una fila de botones para seleccionar la vista activa del usuario en función de los roles que tenga el usuario.
- **Bloque de contenido:** Información de bienvenida al usuario. Encabezado de identificación de sección según ubicación. Sección de formularios de búsqueda. Presentación de resultados. Listados de elementos físicos (recursos y perfiles).
- **Bloque vertical derecho:** Información de usuario. Botón de desconexión. Menú con la navegación y funcionalidades disponibles del usuario.

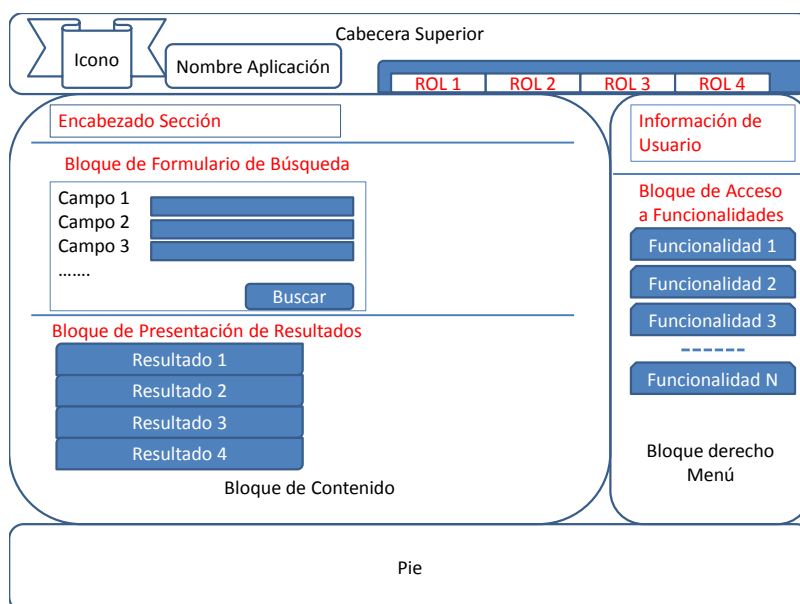


Ilustración 16: Boceto de la Estructura de Principal del Interfaz

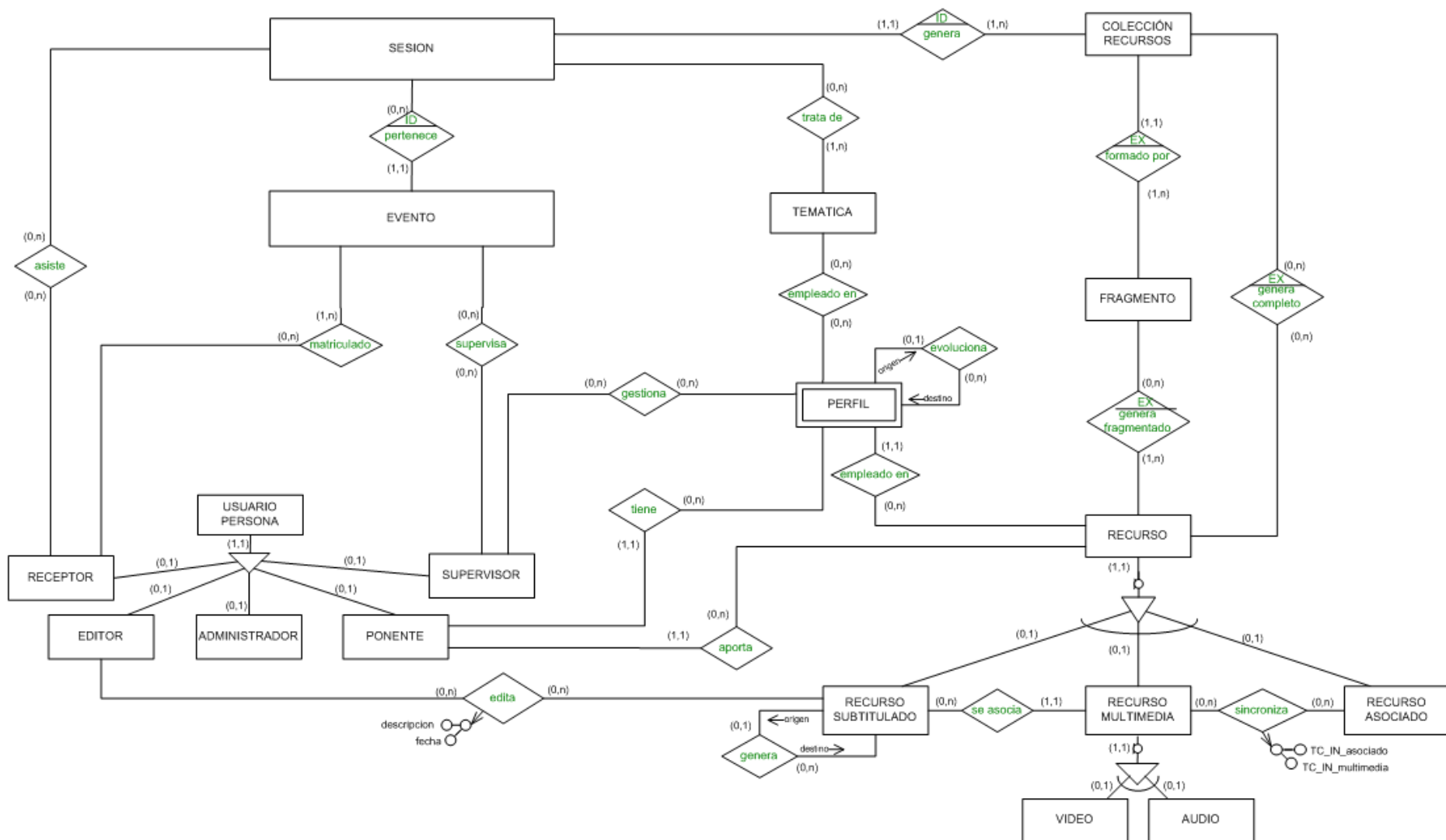
5.3. DISEÑO DEL MODELO DE DATOS

Tras el análisis sobre los requisitos y casos de uso del capítulo anterior, es importante realizar el diseño de datos que defina la estructura, comportamiento y funcionamiento de los datos del sistema para su correcta implementación final.

5.3.1. DISEÑO DEL MODELO ENTIDAD RELACIÓN

En este apartado se abarca el diseño correspondiente a la base de datos que constituye una representación lógica de los conceptos fundamentales involucrados en el sistema y las relaciones entre ellos, pero sin aportar ningún aspecto relacionado con la futura implementación física. Para la elaboración de este modelo se utiliza el análisis del conjunto de requisitos previo, para así traducir sus especificaciones a elementos del modelo de datos.

El resultado de este proceso es una nueva representación de la información, que se conoce con el nombre de esquema Entidad-Relación o E/R.



Este modelo equivale a una representación del almacenamiento de datos, donde se incluyen detalles rigurosos, es decir, deberá recoger todas las características sobre las entidades, atributos e interrelaciones que formarán parte de la base de datos.

Las entidades representan una unidad de significado dentro del universo de discurso, tienen existencia propia y diferenciada, y constituyen un elemento de interés específico para la resolución del problema.

Por otro lado, un atributo representa una propiedad o característica específica de una entidad concreta, o bien de una relación entre entidades. Por último, un atributo se define sobre un dominio, que representa el conjunto de valores posibles para ese atributo.

5.3.2. DISEÑO DEL MODELO RELACIONAL

En este apartado se pretende dar una representación más cercana de la futura implementación del esquema lógico de la base de datos a través del diseño relacional de la misma. Su objetivo es el de conseguir una mayor eficiencia en el tratamiento de los datos.

Para ello se parte del esquema E/R previamente diseñado y se define el esquema relacional donde se recoge la estructura lógica de los datos de almacenamiento necesarios para el sistema, independientemente de las características concretas del sistema de gestión de datos.

A continuación se muestra la representación del modelo relacional resultante:

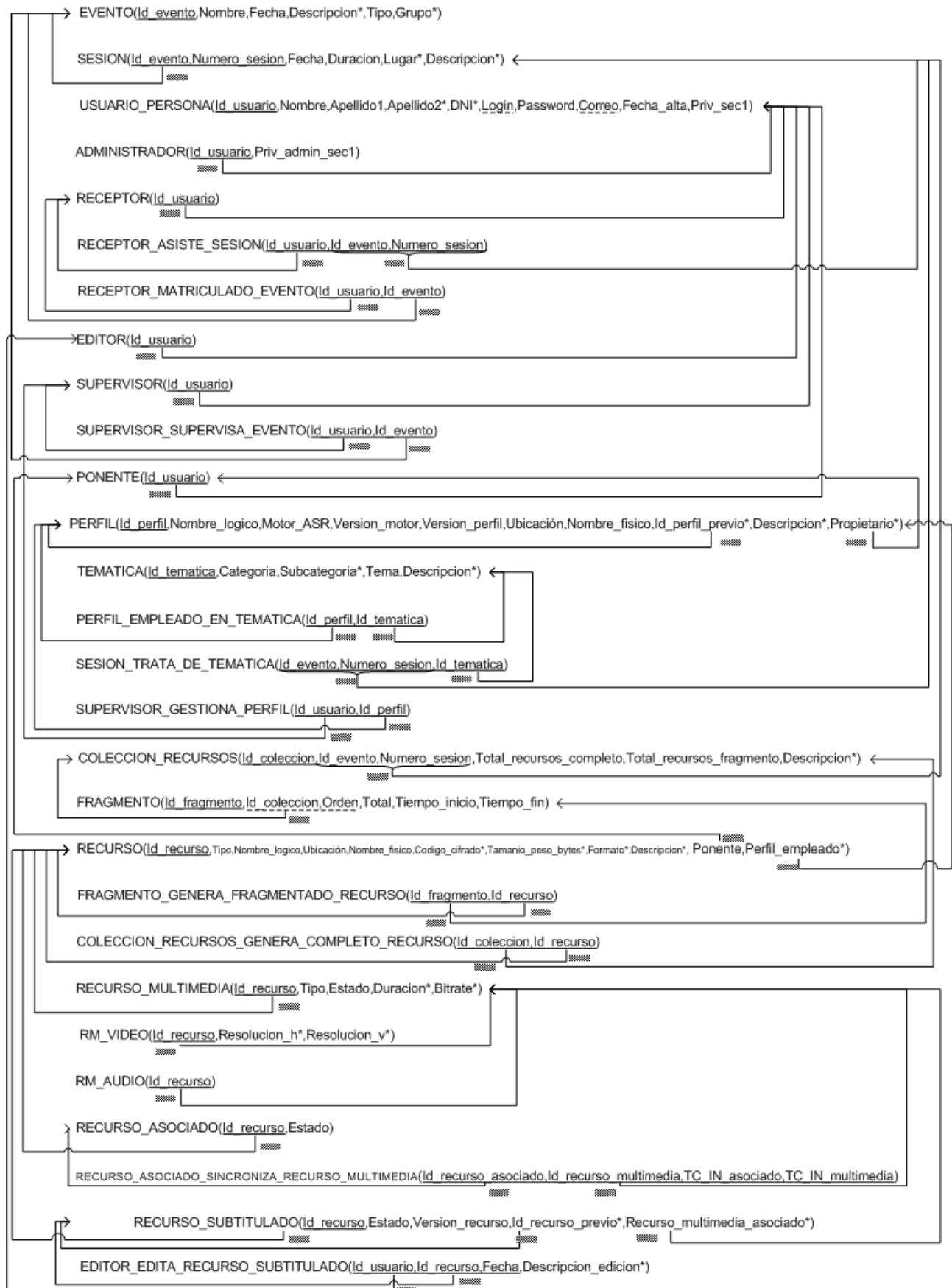


Ilustración 18: Modelo Relacional

5.3.3. DEFINICIÓN DE ENTIDADES DEL MODELO DE DATOS

En este subapartado se definen y detallan las entidades que recogen la información del entorno del sistema:

- **USUARIO PERSONA:** representa a todos aquellos usuarios que puedan utilizar la aplicación. Tendrá un identificador unívoco y una contraseña que serán empleados para el acceso a la aplicación. Además recogerá la información personal y datos de contacto del usuario.
- **RECEPTOR:** representa un subtipo no excluyente de la entidad USUARIO PERSONA. Su relación indica que todo receptor es usuario persona aunque no todo usuario persona tiene que ser receptor. Su propósito es registrar quiénes de los usuarios son "receptores", es decir, qué usuarios han participado de forma presencial en las sesiones de los eventos.
- **EDITOR:** representa un subtipo no excluyente de la entidad USUARIO PERSONA. Su relación indica que todo editor es usuario persona aunque no todo usuario persona tiene que ser editor. Su propósito es registrar quiénes de los usuarios son "editores", es decir, qué usuarios tendrán permisos de edición sobre recursos subtitulados.
- **PONENTE:** representa un subtipo no excluyente de la entidad USUARIO PERSONA. Su relación indica que todo ponente es usuario persona aunque no todo usuario persona tiene que ser ponente. Su propósito es registrar quiénes de los usuarios son "ponentes", es decir, qué usuarios han participado como ponentes en las sesiones de los eventos y son los generadores de los recursos contenidos en la misma.
- **SUPERVISOR:** representa un subtipo no excluyente de la entidad USUARIO PERSONA. Su relación indica que todo supervisor es usuario persona aunque no todo usuario persona tiene que ser supervisor. Su propósito es registrar quiénes de los usuarios son "supervisores", es decir, qué usuarios tendrán permisos de supervisión de eventos y de gestión de perfiles de voz de usuarios.

- **ADMINISTRADOR:** representa un subtipo no excluyente de la entidad USUARIO PERSONA. Su relación indica que todo administrador es usuario persona aunque no todo usuario persona tiene que ser administrador. Su propósito es registrar quiénes de los usuarios son "administradores", es decir, qué usuarios tendrán permisos de administración sobre la aplicación.
- **EVENTO:** representa a todos aquellos eventos y sucesos importantes programados que engloban un conjunto de sesiones asociadas bajo el mismo concepto. Tendrá un identificador unívoco.
- **MATRICULADO:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los usuarios receptores matriculados en un evento y los eventos en que está matriculado un usuario receptor.
- **SUPERVISA:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los usuarios supervisores de un evento y los eventos que supervisa un usuario supervisor.
- **SESIÓN:** representa todas las sesiones (clases, conferencias, pases, etc.) que conforman un evento. Depende en identidad de la entidad EVENTO a la que "**pertenece**" con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad EVENTO será parte de la clave de esta entidad también junto a su identificador individual.
- **ASISTE:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los usuarios receptores de una sesión y las sesiones a las que asiste un usuario receptor.
- **TEMÁTICA:** representa el conjunto de temas a los que pueden pertenecer los eventos y sesiones, es decir, "de qué tratan", y que tienen una naturaleza común. Tendrá un identificador cardinal unívoco.
- **TRATA DE:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre las sesiones que tratan de una temática y las temáticas que tiene una sesión.

- **COLECCION RECURSOS:** representa colecciones de recursos que engloban recursos agrupados dentro de un grupo y una sesión por estar relacionados entre sí o por formar parte de un todo. Depende en identidad de la entidad SESIÓN que la "**genera**" con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad SESIÓN será parte de la clave de esta entidad también junto a su identificador individual formando una clave compuesta unívoca.
- **FRAGMENTO:** representa los fragmentos de recursos que se encuentran dentro de una colección. Depende en existencia de la entidad COLECCION RECURSOS, que está "**formada por**" fragmentos, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad COLECCION RECURSOS será parte de los campos de esta entidad. Tendrá un identificador cardinal unívoco.
- **RECURSO:** representa los recursos que se dan en las diferentes sesiones. Depende de la entidad PONENTE, puesto que es la que "**aporta**" el recurso, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad PONENTE será parte de los campos de esta entidad. También depende de la entidad PERFIL, puesto que un perfil está "**empleado en**" el recurso, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad PERFIL será parte de los campos de esta entidad. Tendrá un identificador unívoco.
- **GENERA FRAGMENTADO:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los fragmentos de recursos que puede ser generados en una colección y las colecciones a que pertenecen los fragmentos de un recurso.
- **GENERA COMPLETO:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los recursos completos generados en una colección y las colecciones a que pertenecen los recursos completos.
- **RECURSO ASOCIADO:** representa un subtipo excluyente de la entidad RECURSO. Su relación indica que todo recurso asociado es un recurso aunque no todo recurso tiene que ser recurso asociado, en cambio, si el recurso es recurso asociado no podrá ser de otro tipo. Su propósito es registrar cuáles de los recursos son "asociados".

- **RECURSO MULTIMEDIA:** representa un subtipo excluyente de la entidad RECURSO. Su relación indica que todo recurso multimedia es un recurso aunque no todo recurso tiene que ser recurso multimedia, en cambio, si el recurso es recurso multimedia no podrá ser de otro tipo. Su propósito es registrar cuáles de los recursos son "multimedia".
- **SINCRONIZA:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los recursos asociados y los recursos multimedia en relación a los tiempos de entrada y salida en presentación de algunos recursos asociados. Representa los recursos asociados sincronizados con un recurso multimedia y los recursos multimedia sincronizados con un recurso asociado.
- **VÍDEO:** representa un subtipo excluyente de la entidad RECURSO MULTIMEDIA. Su relación indica que todo vídeo es un recurso multimedia aunque no todo recurso multimedia tiene que ser vídeo, en cambio, si el recurso multimedia es vídeo no podrá ser de otro tipo. Su propósito es registrar cuáles de los recursos multimedia son "vídeo".
- **AUDIO:** representa un subtipo excluyente de la entidad RECURSO MULTIMEDIA. Su relación indica que todo audio es un recurso multimedia aunque no todo recurso multimedia tiene que ser audio, en cambio, si el recurso multimedia es audio no podrá ser de otro tipo. Su propósito es registrar cuáles de los recursos multimedia son "audio".
- **RECURSO SUBTITULADO:** representa una subdivisión excluyente de la entidad RECURSO. Su relación indica que todo recurso subtitulado es un recurso aunque no todo recurso tiene que ser recurso subtitulado, en cambio, si el recurso es recurso subtitulado no podrá ser de otro tipo. Su propósito es registrar cuáles de los recursos son "subtitulado". Depende de la entidad RECURSO MULTIMEDIA, puesto que es a la que "se asocia" el recurso subtitulado, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad RECURSO MULTIMEDIA será parte de los campos de esta entidad. También depende de sí misma, puesto que un recurso subtitulado "genera" otro recurso subtitulado en una edición de una nueva versión, con una relación (1,N), por lo que la clave de

la entidad RECURSO SUBTITULADO previa será parte de los campos de esta entidad en caso de ser dependientes.

- **EDITA:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los usuarios editores que editan un recurso subtitulado y los recursos subtitulados que son editados por un usuario editor.
- **PERFIL:** representa a todos los perfiles de voz que el sistema empleará para las transcripciones de audio a texto. Depende de la entidad PONENTE, puesto que es la que "**tiene**" la propiedad sobre el perfil, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad PONENTE será parte de los campos de esta entidad. También depende de sí misma, puesto que un perfil "**evoluciona**" en otro perfil mediante reentrenamiento, con una relación (1,N), por lo que la clave de la entidad PERFIL previa será parte de los campos de esta entidad en caso de ser dependientes. Tendrá un identificador unívoco.
- **GESTIONA:** esta relación con cardinalidad (N,M) representa la relación entre los usuarios supervisores de un perfil y los perfiles que gestiona un usuario supervisor.
- **EMPLEADO EN:** esta relación (entre temática y perfil), con cardinalidad (N,M) representa la relación entre las diferentes temáticas empleadas en un perfil y los perfiles donde se emplea una temática concreta.

5.4. DISEÑO DE CASOS DE USO

La especificación gráfica y textual de los casos de uso detallados en el capítulo de análisis ha permitido dar una idea clara de cómo el usuario puede utilizar la aplicación a través de sus distintas funcionalidades. Los diagramas de casos de uso facilitan la comprensión del escenario de aplicación del sistema, mientras que los diagramas de secuencia ofrecen detalles del escenario con detalles de objetos y clases.

De esta manera se puede determinar gracias a los diagramas de modelado de datos y de secuencia los objetos que son necesarios para la implementación de las funcionalidades del escenario final de la aplicación.

En cuanto al esquema de datos, refleja de forma global el sistema incluyendo información acerca de las relaciones entre entidades, así como información acerca de los atributos y operaciones de cada una. Para su representación pueden emplearse diagramas UML o diagramas de Entidad-Relación. Ambos son representaciones equivalentes, y se complementan con el diagrama relacional del apartado anterior [WebML, 2012]. En cualquier caso serán detallados en el siguiente subapartado con los diagramas de secuencia de casos de uso.

5.4.1. DIAGRAMAS DE SECUENCIA DE CASOS DE USO

Una vez identificadas las entidades que conforman el contenido de la arquitectura del sistema, en este subapartado se pueden elaborar los diagramas de secuencia que permiten representar cómo se comunican entre sí los diferentes objetos que deben utilizarse en cada caso de uso.

A continuación, y ya que sería de un alto volumen representar el diagrama de secuencia de cada caso de uso, se ha decidido que sólo se van a mostrar algunos de los diagramas de secuencia que hagan referencia a funcionalidades importantes del sistema, junto con algunos que por su similitud no aportarían ninguna información de interés adicional.

- **GENERAL:** Este diagrama de secuencia no se corresponde con ningún caso de uso, pero es necesario mostrarle para indicar cómo es el funcionamiento general desde que el usuario realiza una petición y su respuesta es controlada con un servlet que hace de recogedor. Este servlet se denomina FrontController y se encarga de redirigir las peticiones a los servlets dedicados para realizar cada función específica a través de un Dispatcher de tipo Request. Antes de redirigir debe saber a dónde. Para ello desglosa la petición hecha para pasársela a un Factory de tipo Command que parseará la petición e indicará qué comando debe ejecutarse, es decir, qué servlet dedicado debe invocarse finalmente.

Se muestra la parte de control encargada de recoger la petición de servicio y enrutar hasta el servlet apropiado que se da en todos los casos de uso.

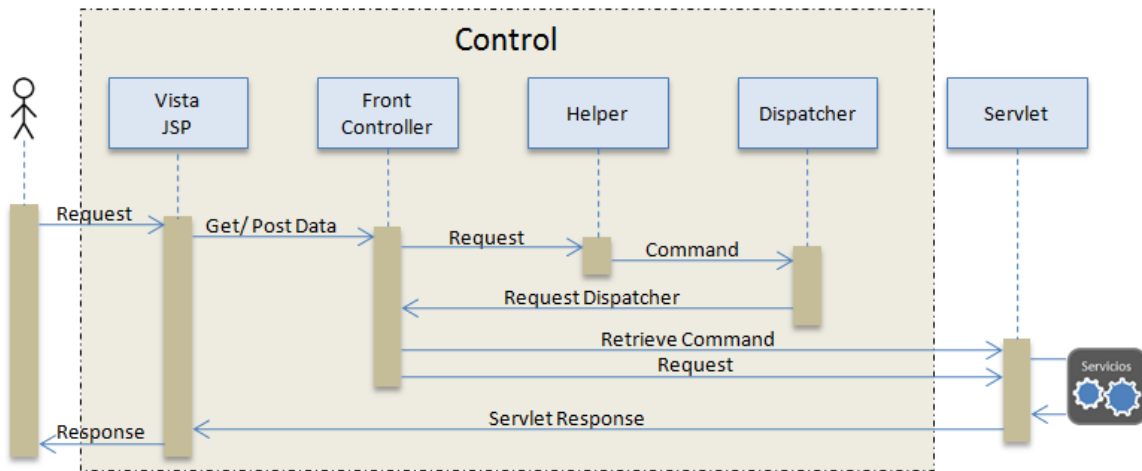


Ilustración 19: Diagrama de Secuencia General

➤ SERVICIO REGISTRAR USUARIO

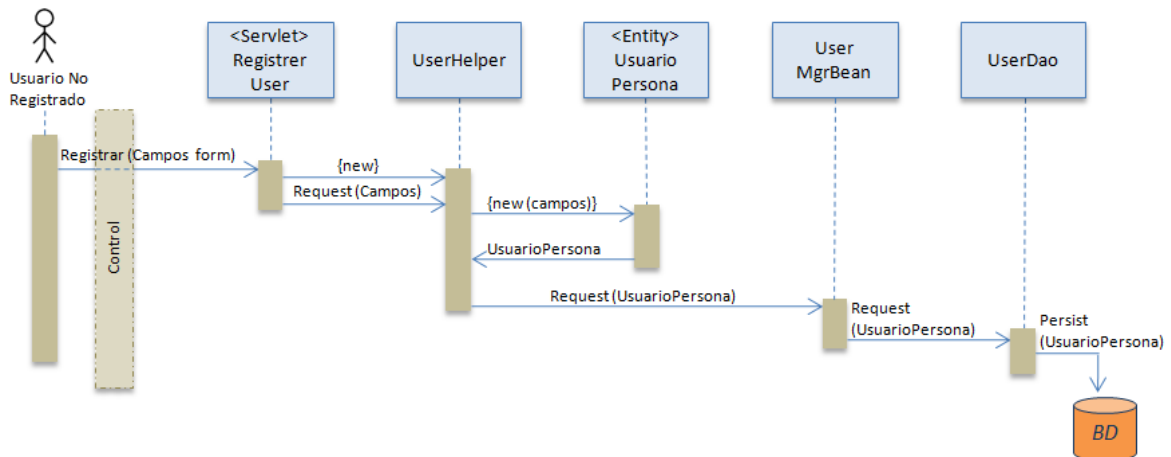


Ilustración 20: Diagrama de Secuencia - Registrar Usuario

➤ SERVICIO INICIAR SESIÓN

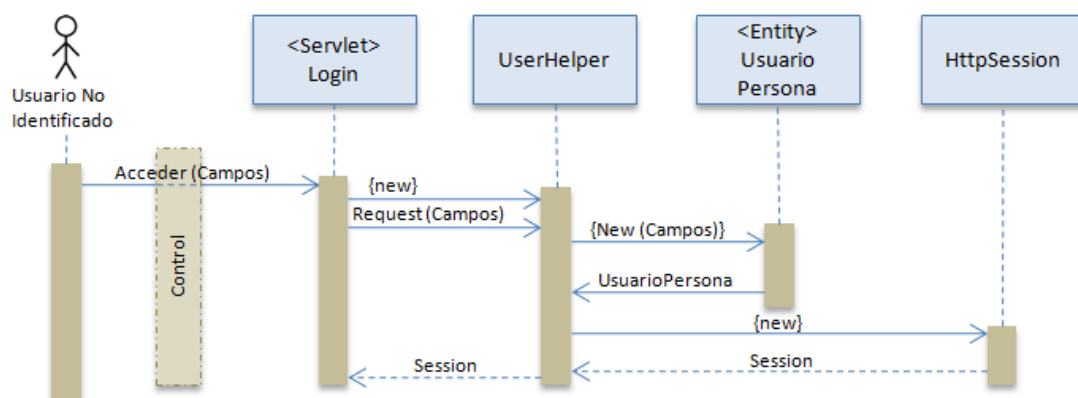


Ilustración 21: Diagrama de Secuencia - Iniciar Sesión

➤ **SERVICIO CARGAR PERFIL**

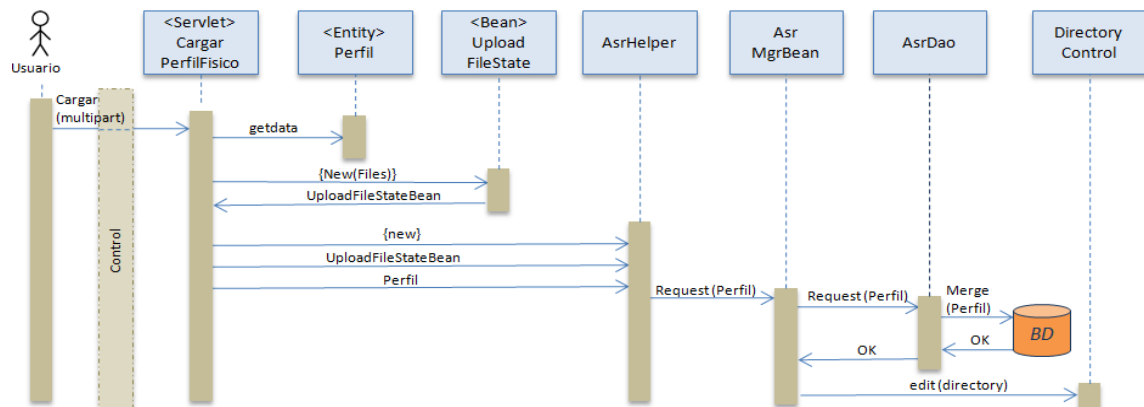


Ilustración 22: Diagrama de Secuencia - Cargar Perfil

➤ **SERVICIO GENERAR RECURSO AUDIO**

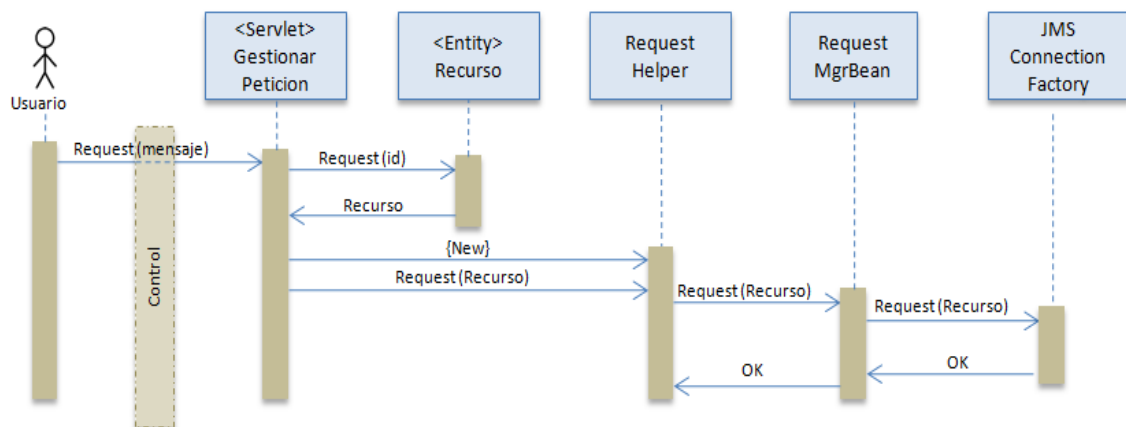


Ilustración 23: Diagrama de Secuencia - Generar Recurso Audio

➤ **SERVICIO TRANSCRIBIR / ACTUALIZAR SUBTÍTULOS**

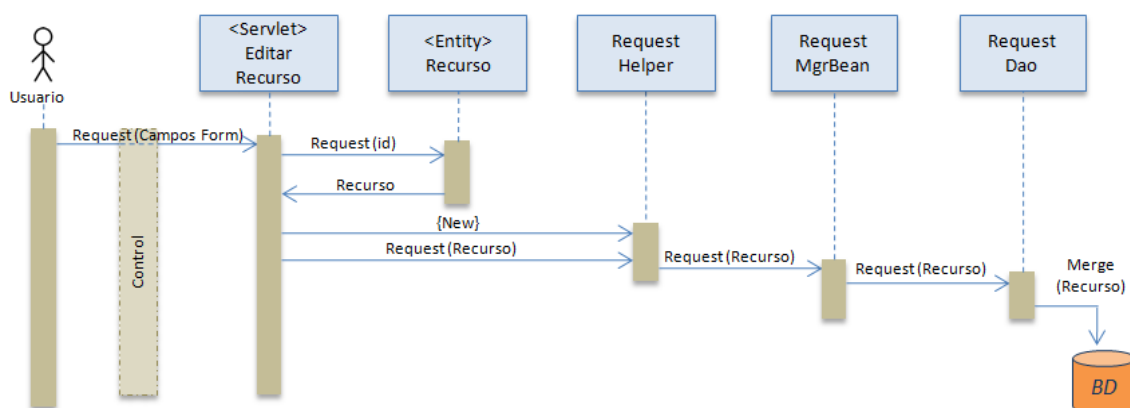


Ilustración 24: Diagrama de Secuencia – Transcribir / Actualizar Subtítulos

5.4.2. DISEÑO DE COMPONENTES Y SERVICIOS ESPECIALES

En este subapartado se pretende dar una imagen del diseño de algunos componentes y servicios especiales que no están recogidos en los casos de uso ni por extensión en los diagramas de secuencia.

Estos componentes no forman parte de la funcionalidad solicitada en los requisitos del sistema pero son necesarios para el correcto tratamiento de los datos que intervienen en la lógica de negocio del sistema. Es por ello que la descripción del diseño de estos elementos es imprescindible para saber cómo abordar su desarrollo en la fase de implementación y al mismo tiempo garantizar el éxito en la etapa de desarrollo sin la necesidad de dar sucesivas vueltas adicionales en el ciclo de vida, lo que conlleva más tiempo y por consiguiente más costes asociados.

5.4.2.1. CIFRADO DE CLAVES

Este servicio se encarga de parte de la seguridad dentro del sistema. Su objetivo es mantener la confidencialidad de las claves de las entidades en utilización cuando se envían a través de los métodos Post y Get de HTTP. Si estuvieran visibles en el Get o se enviaran por el Post de manera limpia cualquier usuario con intención maliciosa podría utilizarlas para impedir la integridad y confidencialidad del contenido de los datos.

Su funcionamiento será cifrar las claves identificadoras en un método dedicado mediante un algoritmo que utiliza una clave de cifrado dinámica diferente para cada usuario, sesión, entidad, etc. Del mismo modo existe otro método dedicado con el cual se descifre y se vuelva a disponer de la clave para sus diferentes empleos.

5.4.2.2. GESTIÓN DE DIRECTORIOS

Este servicio se encarga de la parte de gestión del almacenamiento físico de los distintos archivos de perfiles de voz y de recursos. Su objetivo es mantener la consistencia de directorios donde se alojan los diferentes archivos de manera que estén estructurados según sus dependencias y claves y sean creados y borrados en función de sus contenidos.

Este servicio será controlado por una clase que deberá crear directorios donde se le indique y borrar directorios en cualquier caso vaciando su contenido si es el caso. Para ello deberá tener:

- Atributos con las rutas raíz de los directorios.
- Métodos para crear y eliminar directorios y sus hijos.

5.4.2.3. CONTROL DE SUBIDA DE ARCHIVOS

Este servicio se encarga de controlar el estado de la subida de los archivos e ir mostrándolo al usuario. Este servicio está apoyado en la tecnología AJAX, Asynchronous Javascript And XML.

El método de funcionamiento comienza tras la petición de subida ejecutando un método con código Javascript en el origen de la subida. Este método envía una petición a un servlet que responde a una posición de la página de subida mediante un iFrame no visible mientras que otro servlet se encarga de solicitar el estado de la subida. De esta manera el usuario no verá cambios en la interfaz a la vez que el javascript irá actualizando con los valores que recoge de una clase que continuamente está actualizándose hasta completar la subida. Para ello deberá tener:

- Un conjunto de funciones javascript para la presentación en la vista.
- Un Servlet para responder a la página de subida.
- Un JSP receptor de la respuesta.
- Un Servlet para controlar las peticiones de estado y consultar al archivo XML dinámico.
- Un EJB con la información dinámica del XML para pasarla al javascript.

5.4.2.4. GESTIÓN DE ESTADOS DE RECURSOS

Este servicio se encarga de controlar los estados por los que deben transitar los diferentes recursos desde su creación lógica hasta su estado final, pasando por cambios en el estado de la subida, edición, solicitud de transacciones, etc.

Los estados son campos de los recursos dentro de la base de datos. Su lógica de tránsito está asociada a una máquina de estados que indica el destino (nuevo valor de estado) al que deben ir en función de las entradas (peticiones) recibidas.

Este tránsito es controlado por un método dentro de la capa de modelo y su invocación deberá realizarse desde cada una de las funcionalidades que impliquen un cambio de estado del recurso.

A continuación se muestra el diagrama de transición de estados diseñado:

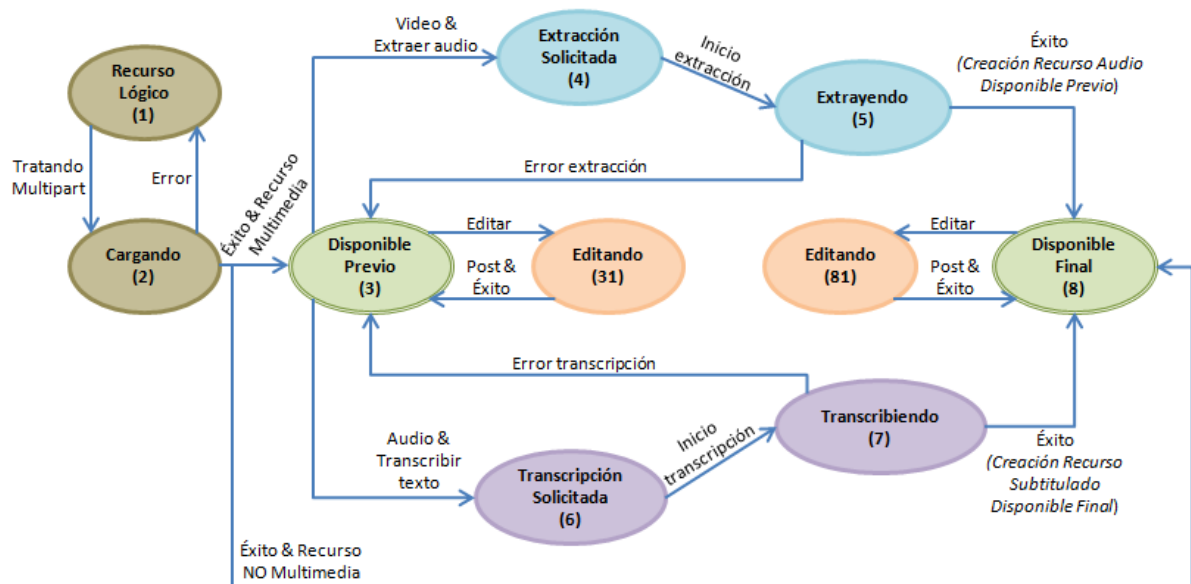


Ilustración 25: Diagrama Transición Estados de Recursos

5.4.2.5. SUBIDA RECURSO VÍDEO - TRANSFORMACIÓN FORMATO

Este servicio se encarga de transformar el archivo de vídeo subido a un formato válido para la aplicación, ya que de esta manera podrá subirse en más formatos. Tras completar la subida del archivo extraído del formulario, éste será almacenado de manera temporal y transformado al formato OGG, siendo este nuevo archivo el almacenado en el sistema. El motivo de utilizar este formato es para reproducciones en el navegador, ya que existen determinados formatos de vídeo no compatibles con la reproducción y es necesario facilitar la accesibilidad al contenido del recurso de vídeo dentro del reproductor.

Para llevar a cabo este servicio, se utiliza una clase dedicada dentro de la capa de modelo. Esta clase utiliza un programa de transformación para realizar la conversión a través de comandos específicos, concretamente mediante FFMPEG, que es un programa instalado previamente en el equipo de alojamiento del servidor.

5.4.2.6. GESTIÓN DE PETICIONES DE TRANSACCIÓN

Este servicio se encarga de controlar el mecanismo de peticiones de transacción. Estas transacciones son las encargadas de realizar extracciones de audio desde un vídeo o de transcribir el texto contenido en un audio (ambas detalladas en puntos posteriores).

Cuando un usuario con permiso realiza una solicitud de transacción se añade una petición a la cola de mensajes JMS dedicada. Estas peticiones están formadas por el identificador de recurso al que afectan y por el tipo de transacción a realizar.

El sistema está diseñado para soportar un ASR que no admita concurrencia, y en todo caso para evitar pérdidas de solicitud ante caídas. Una vez aceptadas se creará una entrada en la base de datos para su posterior procesado. Es decir, es necesario almacenar las peticiones para poder ejecutar todas en el orden de llegada de las mismas. Para llevar a cabo el servicio es necesario tener:

- Configurado un receptor de mensajes JMS, que permita crear, enviar, recibir y leer mensajes de manera síncrona entre la aplicación y el servicio al ser única la conexión punto a punto.
- Una cola "Queue" donde almacenar los mensajes y controlar el orden para que las peticiones sean atendidas según disponibilidad del servicio.
- Un receptor de mensajes propio que controle la petición y la gestione en la base de datos según su estado de procesado.

5.4.2.7. GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE TRANSACCIÓN

Este servicio se encarga de recuperar la parte volátil del sistema, es decir, aquellos elementos que en caso de caída del servidor se perderían por estar en memoria temporal. En este caso se encuentran las peticiones de transacción anteriores.

Las solicitudes están almacenadas en una cola que es la que gestiona el orden y el almacenaje de las mismas, pero si el sistema se cae, esta cola desaparecerá y al reiniciar el sistema comenzará vacía en espera de nuevas peticiones. Esto ocasionaría problemas por inconsistencia ya que los recursos involucrados permanecerán con los valores de estado de espera sobre petición y no podrán recuperarse del problema.

La solución viene de recuperar esos mensajes mediante la generación de nuevas peticiones de transacción. El sistema recuperará de la base de datos las peticiones almacenadas de manera estable y por cada una lanzará un mensaje de una nueva petición pero sin almacenarla de nuevo. En caso de encontrar una transacción iniciada, realizará el mismo proceso de petición y almacenamiento en la cola de peticiones. Este mecanismo será invocado con la carga inicial que se produce durante la primera solicitud que controla la instancia de servidor gracias a la instrucción "load-on-startup" que se encuentra ubicada en el descriptor de despliegue "web.xml".

5.4.2.8. EXTRACCIÓN DE AUDIO

Este servicio se encarga de cubrir la funcionalidad de extracción de audio desde un fichero de vídeo, y su consiguiente generación de un recurso de audio cuando se procesa una petición de extracción.

Esta extracción está supeditada a las necesidades del reconocedor de voz utilizado, en este caso DNS, Dragon Naturally Speaking. Aunque su entrada puede ser en formatos MP3 y WAV, para mejorar sus prestaciones se ha comprobado que los resultados son más precisos con este último formato. Es por esto que aparte de extraer el audio es recomendable hacerlo en este formato concreto (sucederá también en la subida de un fichero de audio directamente).

Para llevar a cabo este servicio y como el origen serán los recursos de vídeo previamente almacenados, se utilizará una clase de transformación dedicada dentro de la capa de modelo. Esta clase utiliza el mismo programa de transformación que para realizar la conversión de vídeo, es decir, mediante FFMPEG.

5.4.2.9. TRANSCRIPCIÓN DE SUBTÍTULO

Este servicio es el más importante del sistema y en el que se apoya la razón de ser de la aplicación. Se encarga de cubrir la funcionalidad de transcripción de texto desde un fichero de audio cuando se procesa una petición de extracción y generación de un recurso de subtitulado.

Su funcionamiento está formado por tres partes que juntas, conforman toda la acción. A continuación se describe cada una de ellas:

- **Transcripción:** La aplicación invocará la transcripción del reconocedor de habla continua instalado pasando como parámetros el audio origen del recurso multimedia de audio y el modelo asociado al perfil de voz indicado en su creación.
- **Alineamiento:** Durante la transcripción, en paralelo, se utiliza un paquete individual que se encarga de la alineación del texto con el audio y genera las marcas de tiempo y las frases que producen el archivo de subtítulos resultante en formato SRT. Esta parte podría unirse a la anterior en una sola ya que ambas estarán dentro del mismo paquete de ejecución y será controlado por el subcomponente manejador de servicios de reconocimiento y concretamente por el método de procesamiento de peticiones mencionado en el servicio de extracción de audio anterior.
- **Formateo:** Esta última parte se encarga de transformar el archivo de subtítulo generado en la parte anterior y crear el recurso de subtitulado definitivo. En este caso el formateo transforma teniendo como destino el formato VTT. Con ello se genera un recurso válido para la reproducción accesible de los recursos en el reproductor del navegador a través de la aplicación web. Con este formato se compatibiliza el vídeo OGG y el subtítulo y permiten a una persona con discapacidad auditiva seguir el vídeo en la propia web de la aplicación.

5.4.2.10. EDICIÓN DE SUBTÍTULO

Este servicio es el segundo más importante después del servicio de extracción de subtítulos. Su importancia reside en la posibilidad que se le ofrece al usuario de editar y corregir los subtítulos erróneos generados por el servicio de transcripción de subtítulos.

Los ASR no son efectivos al cien por cien, y aunque posean un porcentaje de acierto aceptablemente alto, suelen cometer errores. En determinadas situaciones estos errores no son muy importantes, pero en cualquier caso deben ser corregidos.

Este servicio ya se ha mostrado cómo funciona tanto en los casos de uso como en los diagramas de secuencia, pero hay que explicar aquí su característica especial. Al usuario se le presenta el archivo en formato SRT para editar, pero éste no es compatible con los reproductores de los navegadores, y al igual que sucede en la transcripción, es necesario realizar una conversión a formato válido tras cada modificación del archivo. La manera realizar el servicio es con la parte que también se usa en la transcripción de formateo, es decir, se utilizarán los mismos métodos y código pero invocados desde otra sección del mismo subsistema.

Esta necesidad surge por el uso concreto de los reproductores implementados en los navegadores. Estos reproductores se han seleccionado por venir incorporados dentro de los propios navegadores y por ofrecer botones de accesibilidad para ocultar y presentar los subtítulos a pesar de no ser compatible con el formato original de la transcripción del subtítulo.

6. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

El objetivo de este capítulo es mostrar cómo se ha implementado la aplicación partiendo de la base del análisis y diseño realizado. En esta fase se pretende representar la implementación de las entidades, componentes y funcionalidades reflejadas en los casos de uso y en los servicios de la aplicación.

Es importante destacar que la finalidad del capítulo no es comentar el código de los diferentes métodos, clases y paquetes, sino profundizar en todos los procesos que componen la fase de desarrollo. Por tanto, se especificará qué sistemas y medios se han usado para la implementación de las distintas partes de la arquitectura del sistema.

En cuanto a la organización del capítulo, será paralela al capítulo de diseño por ser desde donde se parte. Se comenzará por comentar una serie de aspectos de decisión tomados durante el desarrollo práctico de la implementación, para continuar con las especificaciones de implementación que abordan las unidades funcionales descritas en el diseño. Las especificaciones de implementación se han subdividido en:

- **Interfaces:** Implementación de las interfaces definitivas correspondientes a la parte de la capa de Vista.
- **Servicio de Base de Datos:** Implementación de los componentes que conforman la capa de Infraestructura, es decir, la base de datos, y el motor de persistencia.
- **Funcionalidad:** Implementación de las capas de Modelo y de Control que son las que soportan, controlan y mantienen toda la funcionalidad de la aplicación.

6.1. DECISIONES PRÁCTICAS SOBRE IMPLEMENTACIÓN FINAL

En este apartado se explican algunas decisiones sobre el desarrollo final tomadas en la etapa de implementación. Algunas de ellas relacionadas con el entorno de desarrollo y otras sobre el alcance definitivo establecido.

Para la realización del desarrollo de la aplicación se ha decidido utilizar el IDE de programación "Helios Service Release 2" [IDE, 2011] que es una versión de "Eclipse Java EE IDE" para desarrollos web basada en el lenguaje de programación Java, mientras que para el acceso a la base de datos se ha decidido usar "Eclipse SQL Explorer" [SQL, 2013] integrado en el IDE anterior.

Sobre el alcance definitivo hay que explicar que por un exceso de ambición en la planificación inicial, se ha tenido que reducir el alcance previsto. Las funcionalidades y el diseño de la base datos se comprobó que estaba sobredimensionado y fue necesario marcar un límite donde fijar un producto entregable. Por ello, se decidió alcanzar un primer prototipo acotando determinadas funcionalidades y así poder alcanzar un hito entregable asumible dentro de unos plazos razonables para un proyecto final de carrera.

Desde un punto de vista positivo, esta decisión no afecta a la posible versión final del producto puesto que el propio ciclo de vida escogido (prototipado evolutivo) ya contempla este tipo de trabajo donde en primeras vueltas se van haciendo productos útiles de base, para después mejorar, adaptar y evolucionar en versiones futuras.

6.1.1. REDUCCIÓN DE FUNCIONALIDADES

Uno de los objetivos finales del proyecto dentro del desarrollo de la aplicación es proporcionar un mecanismo accesible donde los alumnos con necesidades especiales puedan acceder a los diferentes contenidos en la plataforma de educación inclusiva.

Para poder tener un producto usable se decidió mantener los módulos de gestión de usuarios y roles de usuario, gestión eventos, sesiones y recursos, y los servicios relacionados con la utilidad de los recursos, es decir, los de subida, extracción de audio, transcripción de texto y finalmente, como más importantes, la edición de subtítulos, así como el acceso y descarga accesible de los propios recursos y sus contenidos.

En cambio, la reducción de funcionalidad se ha realizado en la sección de perfiles de voz de los usuarios. Concretamente las funcionalidades que no se han incorporado y se han pensado dejar para la siguiente vuelta del ciclo de vida son la subida y entrenamiento de nuevos perfiles de voz.

Otra funcionalidad postpuesta ha sido la relacionada con las colecciones de fragmentos de recursos de modo que todas las colecciones están compuestas de recursos completos sin fragmentar. El objetivo a alcanzar en el futuro con la reincorporación de este servicio es congrega todos los fragmentos de un recurso cuando sea muy grande y su peso haga inviable su tratamiento.

En resumen, la reducción sólo ha afectado a la capa de Modelo manteniendo las funcionalidades del resto, es decir, el funcionamiento de la Vista, Controlador e Infraestructura a excepción de los módulos dedicados a las funcionalidades eliminadas.

6.1.2. REDUCCIÓN SOBRE MODELO DE DATOS

En cuanto a la capa de infraestructura como se ha indicado no ha sufrido alteraciones con respecto a su análisis y diseño previos, es decir, el modelo de datos de la aplicación será el mismo que en al inicio tras la decisión de reducción anterior.

Lo que respecta a la parte de base de datos, dentro del gestor de base de datos de MySQL se han definido e implementado todas las tablas y atributos de las entidades descritas. Del mismo modo, sobre la parte de persistencia, que es controlada por la API de persistencia JPA incorporada en el entorno de desarrollo, también está completa a pesar de no usarse dentro de las funcionalidades. Esto se debe a que su implementación está ligada a la sincronización con la base de datos, puesto que a través de la conexión entre el Driver MySQL de JDBC y la base de datos en cuestión, se establece una relación paralela que debe estar completamente validada y funcional, es decir, para un correcto funcionamiento del módulo de persistencia las entidades de éste deben estar completamente implementadas a imagen de la implementación de la base de datos.

En resumen, aunque la base de datos y el módulo de persistencia están completamente implementados en vista a versiones futuras, las entidades que tienen importancia y uso de cara a las funcionalidades mantenidas quedan reflejadas en una sección reducida del diagrama ER completo (Capítulo de Análisis).

Puede verse esta sección representada en la siguiente imagen:

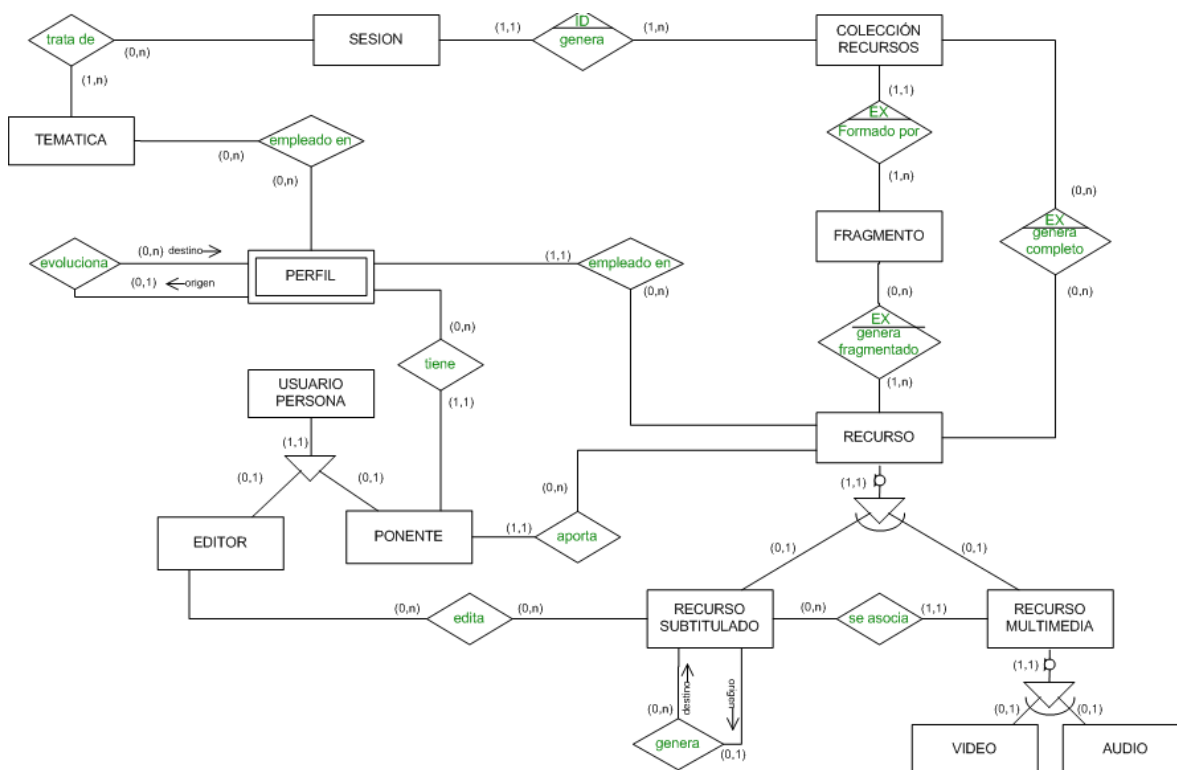


Ilustración 26: Sección Reducida Diagrama ER

6.2. IMPLEMENTACIÓN DE INTERFACES

La implementación de interfaces está apoyada en hojas de estilo encargadas de abarcar toda la estructura y contenido de la aplicación como ya se indicó en el diseño. A nivel de estructura de código hay que explicar que todo lo concerniente a la implementación de las interfaces se encuentra alojado dentro del paquete “WebContent” de la capa de Vista. En concreto la estructura es la siguiente:

- **Paquete Img:** almacena las diferentes imágenes utilizadas en los contenidos de la estructura, es decir, los logos de los diferentes organismos involucrados y de los controles de cumplimiento de estándares.



Ilustración 27: Imágenes de Interfaz - Logos Entidades Externas

- **Paquete Estructura:** contiene fragmentos de páginas JSP que son referenciados para construir las diferentes partes de la estructura de la página. En este caso la sección de cabecera, logos, menú, contenido y pie.
- **Paquete Images_css:** recoge las imágenes utilizadas en la construcción de la estructura. contiene fragmentos de páginas JSP que son referenciados para construir las diferentes partes de la estructura de la página.
- **Paquete CSS:** comprende la implementación de las hojas de estilo. Se divide por secciones: “login” para la caja de Login, “menú” para la estructura del menú derecho, “registro” con lo necesario para el formulario de registro, “servicios” para completar los servicios o funcionalidades del menú, y “style_gral” donde se recoge todo lo relacionado con formularios, cajas de presentación, enlaces, botones y secciones de contenido en general del bloque central.

A partir de aquí, la composición de las páginas será creada dinámicamente desde las diferentes JSP, accediendo a la base de datos para recuperar datos que mostrar si fuese necesario. Las diferentes interfaces desarrolladas varían siguiendo el criterio indicado en el diseño. A continuación se muestran las diferentes interfaces:

- **Interfaz General:** La distribución general del interfaz resultante tras aplicar las imágenes de diseño y la estructura diseñada es la siguiente:

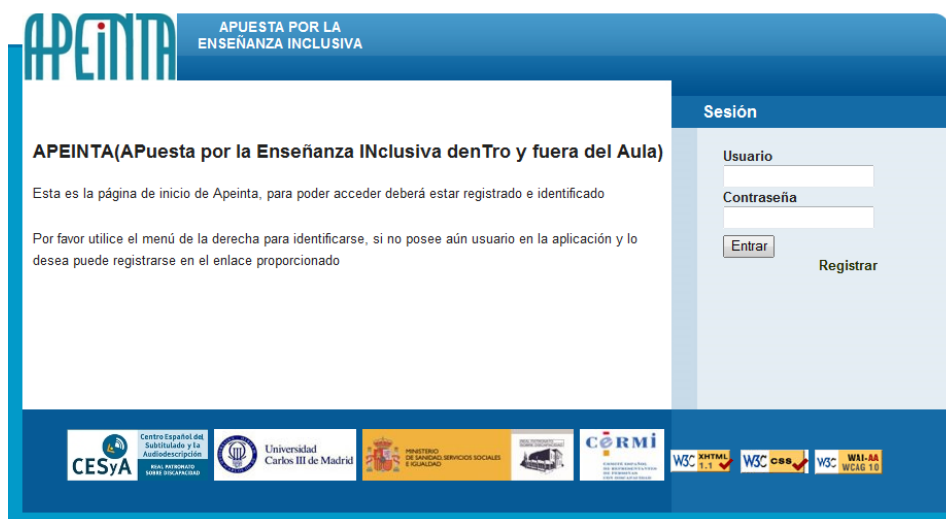


Ilustración 28: Imágenes de Interfaz - Imágenes de Estructura General

- **Interfaz de Acceso:** La distribución de acceso tiene a la derecha la caja de login y en la caja de contenido el formulario de registro en caso de nuevo usuario.

Ilustración 29: Imágenes de Interfaz - Imágenes de Acceso a la Aplicación

- **Interfaz Principal:** La distribución de acceso tiene a la derecha el menú con las funcionalidades y arriba el menú de selección de rol de usuario.

Ilustración 30: Imágenes de Interfaz - Imágenes de Acceso a la Aplicación

6.3. IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE BASE DE DATOS

En este apartado se describen explícitamente las entidades que forman el modelo de datos, es decir, la base de datos. Concretamente se describe la implementación de las tablas que componen el sistema y que son necesarias para el funcionamiento del mismo.

Con esta tarea se representa la estructura lógica específica de las tablas, sus restricciones y relaciones entre ellas definidas en el capítulo de diseño. Esta representación indicará la implementación en lenguaje SQL dentro del gestor de base de datos MySQL primeramente, y su implementación homónima dentro del módulo de persistencia JPA.

6.3.1. IMPLEMENTACIÓN SQL

A continuación, con motivo de agilizar y no hacer pesada la lectura del documento se muestran los fragmentos de código SQL implementados de algunas entidades representativas. Estas entidades mostrarán los casos más relevantes, dejando sin mostrar la implementación de algunas entidades cuyo comportamiento sea similar y pueda inferirse del modelo relacional en el capítulo y de la especificación siguiente.

Las entidades o tablas a representar por motivos de cardinalidad, importancia y singularidad son Perfil y Recurso.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `perfil` (  
  `Id_perfil` bigint(20) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `Nombre_logico` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Motor_ASR` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Version_motor` varchar(6) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Version_perfil` smallint(6) NOT NULL,  
  `Ubicacion` text COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Nombre_fisico` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Id_perfil_previo` bigint(20) DEFAULT NULL,  
  `Descripcion` text COLLATE utf8_spanish_ci,  
  `Propietario` bigint(20) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`Id_perfil`),  
  KEY `Nombre_logico` (`Nombre_logico`),  
  KEY `Propietario` (`Propietario`),  
  KEY `Id_perfil_previo` (`Id_perfil_previo`)  
)  
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_spanish_ci  
AUTO_INCREMENT=1;  
  
ALTER TABLE `perfil`  
ADD CONSTRAINT `perfil_ibfk_3` FOREIGN KEY (`Id_perfil_previo`)  
REFERENCES `perfil` (`Id_perfil`) ON DELETE SET NULL ON UPDATE  
CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT `perfil_ibfk_4` FOREIGN KEY (`Propietario`)  
REFERENCES `ponente` (`Id_usuario`) ON DELETE SET NULL ON  
UPDATE CASCADE;
```

Tabla 15: Implementación SQL – Tabla Perfil

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `perfil` (  
  `Id_perfil` bigint(20) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `Nombre_logico` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Motor_ASR` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Version_motor` varchar(6) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Version_perfil` smallint(6) NOT NULL,  
  `Ubicacion` text COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Nombre_fisico` varchar(32) COLLATE utf8_spanish_ci NOT NULL,  
  `Id_perfil_previo` bigint(20) DEFAULT NULL,  
  `Descripcion` text COLLATE utf8_spanish_ci,  
  `Propietario` bigint(20) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`Id_perfil`),  
  KEY `Nombre_logico` (`Nombre_logico`),  
  KEY `Propietario` (`Propietario`),  
  KEY `Id_perfil_previo` (`Id_perfil_previo`)  
)  
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_spanish_ci  
AUTO_INCREMENT=1;  
  
ALTER TABLE `perfil`  
ADD CONSTRAINT `perfil_ibfk_3` FOREIGN KEY (`Id_perfil_previo`)  
REFERENCES `perfil` (`Id_perfil`) ON DELETE SET NULL ON UPDATE  
CASCADE,  
  
ADD CONSTRAINT `perfil_ibfk_4` FOREIGN KEY (`Propietario`)  
REFERENCES `ponente` (`Id_usuario`) ON DELETE SET NULL ON  
UPDATE CASCADE;
```

Tabla 16: Implementación SQL – Tabla Recurso

6.3.2. IMPLEMENTACIÓN JPA

En este subapartado se describen la implementación en JPA de las entidades anteriores. Se muestran los atributos de cada entidad, sus claves y sus relaciones y restricciones.

Puede verse la comparativa entre la estructura lógica en la base de datos y su semejante en la conceptualización lógica para los objetos dinámicos de cada entidad dentro del módulo de persistencia.

```

@Id
@GeneratedValue(strategy = IDENTITY)
    @Column(name="Id_perfil")
    private BigInteger id_perfil;
@Lob() @Column(name="Descripcion")
    private String descripcion;
@Column(name="Motor_ASR")
    private String motor_ASR;
@Column(name="Nombre_fisico")
    private String nombre_fisico;
@Column(name="Nombre_logico")
    private String nombre_logico;
@Lob() @Column(name="Ubicacion")
    private String ubicacion;
@Column(name="Version_motor")
    private String version_motor;
@Column(name="Version_perfil")
    private short version_perfil;

@ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
@JoinColumn(name="Id_perfil_previo", insertable = false, updatable = false)
    private Perfil perfil;

@OneToMany(mappedBy="perfil")
    private List<Perfil> perfiles;

@ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
@JoinColumn(name="Propietario", insertable = false, updatable = false)
    private Ponente ponente;

@OneToMany(mappedBy = "perfil", fetch=FetchType.LAZY, cascade = ALL)
    private List<PerfilEmpleadoEnTematica> perfilEmpleadoEnTematicas;

@OneToMany(mappedBy = "perfil", fetch=FetchType.LAZY, cascade = ALL)
    private List<SupervisorGestionaPerfil> supervisorGestionaPerfiles;

@OneToMany(mappedBy="perfil")
    private List<Recurso> recursos;

```

Tabla 17: Implementación JPA – Entidad Perfil


```

@Id @GeneratedValue(strategy = IDENTITY)
@Column(name="Id_recurso")
private BigInteger id_recurso;
@Column(name="Codigo_cifrado")
private String codigo_cifrado;
@Lob() @Column(name="Descripcion")
private String descripcion;
@Column(name="Formato")
private String formato;
@Column(name="Nombre_fisico")
private String nombre_fisico;
@Column(name="Nombre_logico")
private String nombre_logico;
@Column(name="Tamanio_peso_bytes")
private BigInteger tamanio_peso_bytes;
@Column(name="Tipo")
private byte tipo;
@Lob() @Column(name="Ubicacion")
private String ubicacion;

@OneToMany(mappedBy="recurso",fetch=FetchType.LAZY,cascade=ALL)
private List<ColeccionGeneraCompletoRecurso>
coleccionGeneraCompletoRecursos;

@OneToMany(mappedBy="recurso",fetch=FetchType.LAZY,cascade=ALL)
private List<FragmentoGeneraFragmentadoRecurso>
fragmentoGeneraFragmentadoRecursos;

@OneToOne(mappedBy="recurso", fetch=FetchType.LAZY)
private RecursoAsociado recursoAsociado;

@OneToOne(mappedBy="recurso", fetch=FetchType.LAZY)
private RecursoMultimedia recursoMultimedia;

@OneToOne(mappedBy="recurso", fetch=FetchType.LAZY)
private RecursoSubtitulado recursoSubtitulado;

@ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
@JoinColumn(name="Ponente")
private Ponente ponente;

@ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
@JoinColumn(name="Perfil_empleado")
private Perfil perfil;

@OneToMany(mappedBy="recurso")
private List<PoolControl> poolControls;

```

Tabla 18: Implementación JPA – Entidad Recurso

6.4. IMPLEMENTACIÓN DE FUNCIONALIDAD

La identificación de subsistemas y la especificación de los diagramas de secuencia detallados en el capítulo de diseño han permitido dar una idea clara de cómo el desarrollador realiza la implementación. La identificación de subsistemas facilita la comprensión de la estructura y empaquetado de los componentes de cada una de las capas de la arquitectura, mientras que la especificación de los diagramas de secuencia da detalles de implementación sobre cómo utilizar los diferentes componentes y cómo se comunican entre ellos dentro del escenario de cada funcionalidad.

En este apartado se da forma al diseño detallando las especificaciones de implementación para la construcción correcta del sistema. Para ello se detalla hasta el nivel más bajo de cada elemento, es decir, llegando a la construcción de los métodos y funciones de cada clase involucrada en el desarrollo.

6.4.1. IMPLEMENTACIÓN DE CASOS DE USO

En este apartado se va a mostrar explicaciones de implementación de los casos de uso. Se pretende detallar la estructura de código de los casos de uso seleccionados en el diseño, es decir, la representación por cada paquete, clases y método involucrados en los diagramas de secuencia descritos en el capítulo anterior.

- **GENERAL:** Su proceso de implementación será de la siguiente manera:
 - La clase **FrontController** recibe la petición desde la interfaz de entrada **JSP** emitida por el usuario (**Get o Post**) y crea una instancia de la clase **Helper**.
 - La clase **Helper** extraerá el comando solicitado de dentro de la petición **request** y le será devuelto desde el **Dispatcher** al **FrontController**.
 - La clase **FrontController** invocará el servlet correspondiente y le pasará la petición recibida para realizar el servicio en cuestión.

- **REGISTRAR USUARIO:** Su proceso de implementación será de la siguiente manera:
 - Realiza el **control** inicial de la misma manera que el caso general.

- Si el control del formulario es correcto, desde el servlet **RegisterUser** se crea una instancia de la clase **UserHelper**, que se encargará de crear una entity de **UsuarioPersona** con los campos del formulario.
- El **UserHelper** continúa con el comando registrar invocando dentro del contexto de servicios al **UserMgrBean** con el nuevo **UsuarioPersona**.
- Este a su vez hará lo propio con el **UserDao (*)** que finalmente realizará la función de **persistir** la entidad en la base de datos indicando la fecha de alta.

(*) **Nota:** La creación de la asociación del **EntityManager** con el contexto de persistencia de JPA se dará en cada invocación del objeto Dao en cuestión, por lo tanto aunque no se ponga, ésta estará en todos los servicios que accedan a la base de datos.

- **INICIAR SESIÓN:** Su proceso de implementación será de la siguiente manera:
 - Realiza el **control** de la misma manera que el caso general.
 - Si el control del formulario es correcto, desde el servlet **Login** se crea una instancia de la clase **UserHelper**, que se encargará de obtener una entity de **UsuarioPersona** con los campos de identificación del formulario.
 - La clase **UserHelper** comprueba que el login y password son correctos. En caso de serlo creará la sesión **HttpSession**.
- **CARGAR PERFIL:** Su implementación será de la siguiente manera:
 - Realiza el **control** de la misma manera que el caso general.
 - Si el control del formulario es correcto, lo primero que realiza el servlet **CargarPerfilFisico** es crear una nueva entidad **Perfil** que contendrá el perfil lógico creado y después también creará el bean **UploadFileState** para controlar el estado de la subida.
 - A continuación el servlet crea una clase **AsrHelper** y se queda a la espera de recibir la entidad **Perfil** y la confirmación de la subida de los ficheros.
 - Una vez ha terminado de subir los ficheros al directorio temporal invocará el servicio del contexto del **AsrMgrBean** con la petición, y este a su vez invocará al **AsrDao** para actualizar los datos en el perfil lógico ya creado.

- Una vez actualizado correctamente, el **AsrMgrBean** se encarga de dar la orden al **DirectoryControl** de limpiar el directorio dedicado a la subida y crear en caso de no haberlo el directorio donde alojar los ficheros definitivos.

La implementación de esta funcionalidad no se llegó a realizar pero la descripción anterior corresponde a su implementación futura. A partir de ella puede entenderse cómo es la implementación del servicio de carga de recursos si implementado, ya que su método sigue la misma estructura y descripción pero con los componentes, paquetes, clases, métodos y entidades para recursos.

- **GENERAR RECURSO AUDIO:** Su implementación será equivalente a la solicitud de generación de recurso de subtitulado.

En el apartado de implementación de componentes y servicios especiales posterior se mostrará todo el proceso, desde la solicitud hasta la ejecución. Por lo tanto, no se muestra en este apartado ya que la visión de su implementación estará más detallada subapartado siguiente.

- **TRANSCRIBIR / ACTUALIZAR SUBTÍTULOS:** Su implementación será de la siguiente manera:
 - Realiza el **control** de la misma manera que el caso general.
 - Utiliza el mismo servlet que la actualización de cualquier recurso, es decir, el servlet **EditarRecurso**. Aunque en este caso, además de los campos lógicos del recurso, se podrá modificar el contenido del subtitulado.
 - En el formulario se podrá modificar los campos del recurso y editar el subtitulado. Si el control del formulario es correcto, el servlet **EditarRecurso** crea una nueva entidad **Recurso** que contendrá el recurso a modificar obtenido de los identificadores de selección del recurso.
 - Continúa desde el servlet **EditarRecurso** donde se crea una instancia de la clase **RequestHelper**, que continúa con el comando editar invocando dentro del contexto de servicios al **RequestMgrBean** con la entidad **Recurso**.

- Finalmente el **RequestMgrBean** será el que finalmente pase al **RequestDao** la petición y el recurso con el subtitulado en uno de sus campos para realizar el **merge** y actualizar.

6.4.2. IMPLEMENTACIÓN DE COMPONENTES Y SERVICIOS ESPECIALES

De igual manera que en el subapartado anterior, es imprescindible detallar la implementación de los componentes y servicios especiales. Se muestran las clases y métodos involucrados en la ejecución de la funcionalidad de estos servicios especiales.

6.4.2.1. CIFRADO DE CLAVES

Para la implementación de ciertas funcionalidades no correspondientes a los casos de uso existe una clase asociada al modelo que se encarga de ofrecer métodos específicos. Esta clase se denomina **Util** y como su propio nombre indica contiene funciones útiles a la largo de la aplicación.

Para el cifrado de claves identificadoras esta clase posee en un método dedicado denominado **cifrarId**, que mediante un algoritmo que utiliza una clave dinámica diferente para cada usuario, sesión, entidad, etc. Del mismo modo existe otro método dedicado denominado **descifrarId** con el cual se descifra y se vuelve a disponer de la clave limpia para sus diferentes empleos.

Por razones de seguridad no se detalla más sobre su implementación en esta memoria por su carácter público dentro de la universidad. Si se desea información al respecto remítase a los involucrados en el proyecto, es decir, el autor, la tutora y el director del mismo.

6.4.2.2. GESTIÓN DE DIRECTORIOS

La funcionalidad de este servicio está implementada en una clase dedicada a esta labor. Esta clase se denomina **Directorio** y se encuentra dentro de la capa de negocio en el paquete **DirectoryControl**.

Cada funcionalidad creará una clase para ejecutar los métodos: **mergeDirectorio** para modificaciones, **persistDirectorio** para creaciones y **removeDirectorio** para borrados de directorios y sus contenidos. Todo ello a través de sus rutas lógicas relativas y físicas reales según sea el tipo de directorio para perfiles o para recursos.

6.4.2.3. CONTROL DE SUBIDA DE ARCHIVOS

Este elemento es común tanto para la subida de archivos de recursos como para perfiles de voz. Para implementar este servicio hacen falta varios elementos:

- Un JSP receptor de la respuesta **iframeSubida**, estará vacío para no mostrar nada en las JSP principales donde se utiliza el servicio.
- Un servlet **FileUploadListener** con el Listener para recibir las peticiones de estado y actualizar el estado de la subida.
- Elemento javascript **UploadState** para la presentación en la vista de los JSP de carga.
- Un EJB UploadFileStateBean con la información dinámica del XML para pasarla al javascript.

En la siguiente imagen puede verse debajo del formulario el estado a través de un mensaje y una cifra junto a una barra que se va rellenando poco a poco hasta llegar a la subida completa:

Ilustración 31: Imágenes de Interfaz - Barra de Estado de Subida de Recursos

6.4.2.4. GESTIÓN DE ESTADOS DE RECURSOS

Para gestionar el tránsito se debe solicitar que haya un cambio de estado de los recursos en su campo de estado. Esta solicitud se dará en las funcionalidades que intervienen en el movimiento de estados de recursos.

El control del tránsito es realizado por el método **actualizarEstadoRecurso** dentro de la clase **RequestHelper**, encargado de actualizar cuando se solicita alguna de las acciones siguientes: **cancelar** o **transitar**. Seguirá la norma marcada en el diagrama de transición de estados del capítulo de diseño, indicando por qué estados pueden transitar los recursos según la solicitud y su estado previo.

Por último se actualizará en las entidades de recursos implicadas redirigiendo la petición a **RequestMgrBean**, que hará lo mismo con el **RequestDao** que será quien se encargue de buscar el recurso en cuestión y actualizar su estado.

6.4.2.5. SUBIDA RECURSO VÍDEO - TRANSFORMACIÓN FORMATO

Este servicio funciona de igual manera que sucede en la carga de perfiles explicada en el subapartado de implementación, y utiliza el sistema de control de carga explicado en este subapartado. Es por esto que la implementación hasta la transformación es similar que en los dos casos anteriores y no es necesario replicarla.

La lógica del servicio comienza tras completar la subida del archivo de vídeo extraído. El archivo será almacenado y transformado al formato OGG, siendo este nuevo archivo accesible para el usuario en el sistema. En caso de ya ser OGG no realizará ninguna acción.

El servlet **CargarRecursoFisico** es el encargado de controlar si el archivo es de vídeo tras la carga, y en caso afirmativo creará una instancia de la clase **VideoToOgg** con la ruta temporal y lanzará la conversión (en este caso a través de FFMPEG). Una vez terminado moverá el archivo a su destino borrando el original y actualizará el estado y los datos del recurso lógico.

El tratamiento de la conversión a OGG funciona de la siguiente manera:

- Primero se extrae el BitRate del vídeo mediante un comando general de FFMPEG y cogiendo el valor del video.
- Finalmente se ejecuta el siguiente comando del extractor FFMPEG:

```
ffmpeg -i "origen" -y -vcodec libtheora -vb "bitRate"k -acodec libvorbis "destino"
```

Una vez concluido el proceso de transformación, el usuario podrá ver cómo el recurso ha sido creado y está visible y accesible desde la web de la siguiente manera:

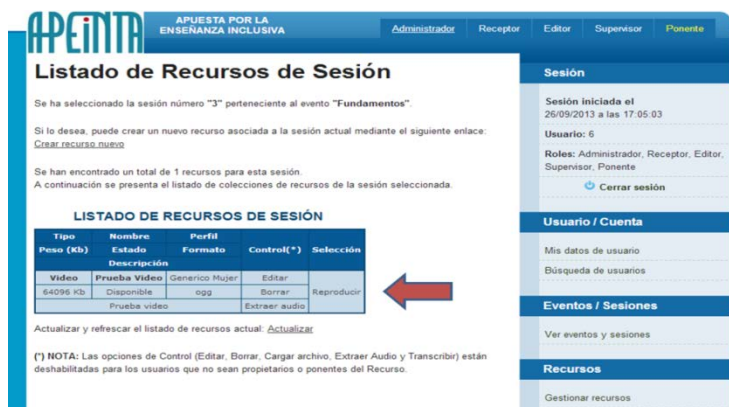


Ilustración 32: Imágenes de Interfaz - Nuevo Recurso de Vídeo

Aunque ya se ha adelantado, el principal motivo de utilizar este formato es para ofrecer además de la descarga, acceso al vídeo y a su reproducción dentro de la aplicación a través del navegador web.

La interfaz de acceso a la reproducción y descarga del vídeo es como se representa en la siguiente imagen:



Ilustración 33: Imágenes de Interfaz - Reproducción de Vídeo

6.4.2.6. GESTIÓN DE PETICIONES DE TRANSACCIÓN

Las dos posibles transacciones con necesidad de ser tratadas de manera diferente al resto corresponden a la extracción de audio de un vídeo y a la transcripción del texto. Para controlar la ejecución y orden de las peticiones se divide el proceso en dos partes, primero el tratamiento de una petición nueva y segundo la ejecución de la transacción.

➤ **Nueva petición:**

- El usuario solicita una transacción desde el listado de recursos siempre y cuando el recurso se encuentre en estado **Disponible Previo**.
- El **FrontController** redirige la petición al servlet **GestionarPetición** donde están las relaciones con el conector de JMS y con la cola de mensajes definidas y configuradas en el servidor Glassfish.
- El servlet continúa, almacenando la petición en la base de datos para recuperación en caso de pérdidas (descrita en el siguiente punto) o eliminándola en caso de cancelación.
- Por último el servlet en caso de ser una solicitud de nueva transacción, alerta de la existencia de dicha petición. Para ello crea la asociación del conector y lo asocia a una sesión de conexión.
- Continúa creando un mensaje de interfaz JMS de tipo `javax.jms.Message` que será mandado y recibido por la sesión.

➤ **Ejecución de petición:**

- Cuando se ha enviado un mensaje el **Listener** lo recoge y se encarga de su procesado. Al no tener control de concurrencia propia en los servicios de transacción, hay que asegurar que los accesos a las colas de peticiones sean mediante bloqueo con semáforos.
- Cuando el semáforo libera el acceso se busca en la base de datos la siguiente petición y se comienza su procesado, actualizando su estado. Del mismo modo recoge el recurso implicado y actualiza su estado según sea la acción.
- Una vez se han actualizado los estados previos al inicio de trabajo, se continúa con el procesado de la petición (en los siguientes puntos se explican cada una en detalle) y al terminar vuelve a actualizar los estados de la petición y del recurso tanto si ha habido éxito o error.

6.4.2.7. GESTIÓN DE RECUPERACIÓN DE TRANSACCIÓN

Para la recuperación de las peticiones de transacción que se encuentran en la memoria del servidor a través de las colas JMS, el sistema utilizará el servicio de base de datos donde se almacenan las peticiones. De esta manera lanzará un mensaje por cada petición que se haya quedado en espera o a medias.

- En el archivo de despliegue **web.xml** se establece la premisa de lanzamiento **load-on-startup** con ejecución en carga del servlet **RecoveryPoolControl** que será el encargado de realizar la propia recuperación.
- Una vez invocado el servlet, éste creará las referencias de conexión con JMS y los constructores de mensajes como en el punto anterior.
- Se busca en la base de datos las peticiones pendientes, y por cada una de ellas se cambia el estado de la petición y del recurso de manera que estén todas de nuevo en espera por si había alguno en proceso sin terminar.
- Para terminar lanza un mensaje por cada petición recogida y cierra los conectores.
- A partir de aquí comienza la ejecución a través de los mensajes recogidos por el **Listener** continuando el procesado como en el caso habitual.

6.4.2.8. EXTRACCIÓN DE AUDIO

Este servicio es el encargado de procesar la petición de extracción de audio. Su precondition es la detallada en el punto anterior de gestión de peticiones en la parte de ejecución. Su objetivo es extraer del vídeo OGG el audio en formato WAV.

- Primero se extrae la información del recurso de video para obtener la dirección donde está alojado el origen.
- Continúa con la generación del recurso lógico de audio y la asociación del recurso físico al lógico.
- Por último se realiza la extracción con el siguiente comando FFMPEG:

```
ffmpeg -i "origen" -y -acodec pcm_s16le -ab "bitRate"k -ar 16000 -ac 1 "destino"
```

A continuación se presenta una vista de cómo vería el usuario el listado de recursos con el recurso de audio nuevo:



Ilustración 34: Imágenes de Interfaz - Nuevo Recurso de Audio Extraído

6.4.2.9. TRANSCRIPCIÓN DE SUBTÍTULO

Este servicio es el encargado de procesar la petición de transcripción de texto de audio. Como se explicó en el diseño, tiene dos partes, primero la transcripción y alineamiento, y segundo el formateo para reproducir en la web.

➤ Transcripción y alineamiento:

- Primero se extrae la información del recurso de audio para obtener la dirección donde está alojado el origen.
- Continúa con la generación del recurso lógico de subtitulado y la asociación del recurso físico al lógico.
- Por último se realiza la transcripción con el ASR seleccionado y el Perfil de Voz asociado al recurso. Para invocar la transcripción utiliza un comando que ejecuta el paquete compuesto de transcripción y alineamiento:

```
DNSTranscriptor\Debug\OfflineAlignment.exe -i "origen" -o "destino" -m "modelo"
```

A continuación se presenta una vista de cómo vería el usuario el listado de recursos con el recurso de subtitulado nuevo:



Ilustración 35: Imágenes de Interfaz - Nuevo Recurso de Subtítulo Transcrito

➤ Formateo:

- Primero coge la ruta del fichero generado de subtítulos **SRT** y crea la ruta del nuevo archivo **VTT**.
- Finalmente realiza la invocación de la clase **FileSrtToVtt** encargada del formateo, que creará el nuevo archivo y lo devolverá para asignarlo al recurso definitivo.

La interfaz de acceso a la reproducción del vídeo accesible es la misma que en el caso de creación de recurso de vídeo, pero en este caso podrán activarse y desactivarse la presencia de subtítulos, como se representa en la siguiente imagen:



Ilustración 36: Imágenes de Interfaz - Reproducción de Vídeo con Subtítulos

6.4.2.10. EDICIÓN DE SUBTÍTULO

La implementación del servicio de edición de subtítulos ya ha sido detallada en el subapartado de "Implementación de casos de uso", concretamente en el punto de "Transcribir / Actualizar Subtítulos". No obstante, por la importancia de este servicio, a continuación se muestra la interfaz resultante para edición y envío de los subtítulos del recurso.

Formulario de Edición del Recurso

Datos Recurso - Subtitulado

Nombre (*): Prueba Video

Descripción:
Prueba video

Contenido del fichero de subtítulos

0
00:00:00,800 --> 00:00:04,670
unas manos mueven unos recortables
que representan iconográficamente

1
00:00:04,671 --> 00:00:05,940
a la locución que surge

2
00:00:07,190 --> 00:01:08,210
se reconoce el lugar de
un convenio y reducción en

3
00:00:08,211 --> 00:00:18,270
los encargados de las asociaciones y
de sus funciones prueba de

4
00:00:18,271 --> 00:00:33,520
los graves las resoluciones y
la ley exigidos

5
00:01:45,170 --> 00:02:12,170

Actualizar

Roles: Administrador, Receptor,
Editor, Supervisor, Ponente

Cerrar sesión

Usuario / Cuenta

Mis datos de usuario

Búsqueda de usuarios

Eventos / Sesiones

Ver eventos y sesiones

Recursos

Gestionar recursos

Perfiles de Voz

Ver mis perfiles

Ilustración 37: Imágenes de Interfaz - Actualización de Subtítulos de Recurso

7. GESTIÓN DE PRUEBAS

En todo proyecto software es indispensable pasar por una fase de pruebas que garantice el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada. El fin de la presente tarea es marcar una planificación, en primer lugar, indicando qué pruebas se van a realizar y en segundo lugar, indicando qué recursos serán necesarios.

En este caso, al ser una aplicación enfocada a garantizar la accesibilidad en la educación es necesario, además de las pruebas de ejecución, realizar pruebas enfocadas a la usabilidad y accesibilidad de la aplicación web [Moriano, 2007]. Para ello deben efectuarse por un lado pruebas automáticas mediante herramientas evaluadoras, y por otro lado pruebas manuales tanto por procesos de evaluación experta, como con técnicas de testeo con usuarios, como se indica en el punto "2.5.2.2. *Evaluación de Accesibilidad*".

Con el fin de seguir una secuencia lógica, en los siguientes apartados de este capítulo se muestran los resultados obtenidos para cada una de las actividades de pruebas y evaluación de la funcionalidad, usabilidad y accesibilidad.

7.1. EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD

Se ha realizado una evaluación de la accesibilidad de los puntos clave de la página web tomando en consideración las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web 1.0 (WCAG 1.0) en sus tres niveles: A, AA y AAA. La evaluación se ha realizado con las dos herramientas automáticas TAW y HERA de manera que se ha podido evaluar además el cumplimiento de las WCAG 2.0.

Con la herramienta HERA se ha evaluado la página en todas sus pautas obteniendo unos resultados positivos puesto que los resultados indican que se posee un nivel de accesibilidad AAA para las pruebas automáticas, mientras que para la verificación manual se posee un nivel AA. Del mismo modo con TAW se ha comprobado posteriormente que también se pasan los criterios AA de WCAG 2.0.

A continuación puede verse en la imagen los resultados por nivel de criterios:



Sumario

- URL: http://163.117.201.172:9090/Apeinta_web/
- Fecha/hora: 01/10/2013 - 7:25 GMT
- Total: 75 elementos
- Análisis automático: 3 segundos
- **A verificar manualmente: 11 puntos**
- Revisor: (desconocido)
- Navegador: Safari 537.36 (Windows NT)



Navegar por resultados

Utilice los enlaces de la tabla para revisar manualmente cada uno de los puntos o comprobar los resultados obtenidos en el análisis automático.

Estado de los puntos de control				
Prioridad	Verificar	Bien	Mal	N/A
 P1 HERA WCAG 1.0	--	8 ✓	--	9 ✓
 P2 HERA WCAG 1.0	--	22 ✓	--	7 ✓
 P3 HERA WCAG 1.0	11 ⚠	3 ✓	--	5 ✓

Navegar por directrices

Utilice los enlaces para ver los puntos correspondientes a cada pauta de accesibilidad. Se muestran todos los puntos, independientemente de los resultados obtenidos en el análisis automático.

[Pauta 1](#)
[Pauta 2](#)
[Pauta 3](#)
[Pauta 4](#)
[Pauta 5](#)
[Pauta 6](#)
[Pauta 7](#)
[Pauta 8](#)
[Pauta 9](#)
[Pauta 10](#)
[Pauta 11](#)
[Pauta 12](#)
[Pauta 13](#)
[Pauta 14](#)

Ilustración 38: Resultado Verificación Accesibilidad Hera

La verificación final se basa en el informe de evaluación proporcionado por la herramienta automática que puede verse con más detalle en el Anexo A “Evaluación de Accesibilidad”. Este informe concluye que la aplicación es accesible a un nivel AA.

La diferencia con el nivel AAA se encuentra en los 11 puntos de verificación manual encontrados. Estos puntos han sido supervisados y comprobados como accesibles, pero debido a la subjetividad de algunos puntos, no garantizan la total accesibilidad según los criterios de todos los usuarios y se ha decidido catalogar la aplicación como accesible en nivel AA.

7.2. EVALUACIÓN HEURÍSTICA

Las pruebas de evaluación heurística son el método para llevar a cabo el control de la funcionalidad, usabilidad y accesibilidad en la aplicación web. Su objetivo es comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación, verificando que todos y cada uno de los requisitos software establecidos han sido incluidos y su funcionamiento es el esperado.

Del mismo modo, con la inclusión de la usabilidad y la accesibilidad en paralelo se verifica el *"cumplimiento de una serie de principios o normas principales establecidas, que deben considerarse para garantizar que el entorno sea cómodo, fácil de usar e intuitivo y no represente ninguna barrera de acceso al contenido"* [Moriano, 2007].

Una de las ventajas de unificar estos puntos de verificación es evitar la sobrecarga de errores al usuario de fácil identificación y solución. En definitiva, se hace una limpieza previa de la mayor parte de errores y problemas existentes en la primera iteración.

7.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA EVALUACIÓN

Para la comprobación del resultado del prototipo se ha realizado una evaluación con la versión existente a finales de mayo del presente año. Al ser una versión prototipo, en anteriores fechas no se realizó evaluación al no disponer de una versión estable.

La evaluación se hizo sobre el conjunto de páginas o interfaces implicadas en todas y cada una de las funcionalidades contenidas en este primer prototipo. A continuación se muestran las conclusiones alcanzadas.

- Sobre la aplicación web en general, ofrece las funcionalidades que se pretenden en el alcance final. Es robusta e intuitiva, cumpliendo las expectativas creadas al mantener la consistencia sobre funcionalidad y continuidad en su estructura.
- La página de bienvenida muestra información sobre los contenidos y funcionalidades disponibles. Además facilita la asociación a una marca e imagen puesto que el icono de la misma está visible y accesible desde cualquier lugar.
- Respecto a la navegación, los menús son fácilmente visibles y diferenciables, tanto el de funcionalidades como el de roles. No existen enlaces en construcción ni que no alcancen una funcionalidad desarrollada, aunque existe una cuestión de posible mejora en el menú de la derecha por los encabezados de cada sección de funcionalidad ya que en ocasiones ocupan tanto como los propios enlaces y quizás sería recomendable su unificación según funcionalidades relacionadas.
- En lo referente al interfaz, es amigable por el uso de colores que corresponden con la imagen corporativa de la aplicación y se evita una saturación de contenido en las distintas páginas con espacios en blanco para que el usuario pueda descansar la vista y mejorar su sensación ante su uso.

Dentro de esta evaluación se han eliminado errores de ejecución de la primera versión en su desarrollo, aunque esta evaluación por sí sola no es suficiente de cara a siguientes versiones. Por ello será necesario apoyar las decisiones futuras en la evaluación de la aplicación por parte de usuarios ante determinadas funcionalidades.

7.3. EVALUACIÓN CON USUARIOS

La evaluación con usuarios tiene como objetivo asegurar el funcionamiento del sistema en su propio entorno de uso. Una vez probada la funcionalidad en el entorno de desarrollo tras su implementación se repetirán las pruebas realizadas pero esta vez en su entorno real. Tiene como objetivo la verificación del funcionamiento del sistema con los propios usuarios a fin de obtener su aprobación y así poder continuar mejorando aspectos sobre la aplicación.

Para realizar la tarea se debe realizar previamente un entrenamiento a los evaluadores indicando cuál es el propósito de la evaluación así como indicar qué objetivos deben realizar. Es decir, será necesario guiarles indicando qué tareas deben realizar y qué posibilidades tienen en la aplicación para su ejercicio.

7.3.1. PRUEBAS DE EVALUACIÓN CON USUARIOS

Se han elaborado una serie de tareas de tipo general y concreto para abarcar todas las funcionalidades disponibles. Tras la realización de las tareas se deben completar formularios con preguntas sobre la ejecución y satisfacción de los usuarios ante la tarea propuesta y problemas encontrados.

A continuación se describen las tareas generales que contendrán intrínsecamente otras subtareas más pequeñas y concretas a realizar por los usuarios:

- **Tarea 1 - Acceso:** Esta tarea está relacionada con el inicio de uso de la aplicación. Para ello el usuario deberá realizar dos pruebas:
 - **Prueba 1.1 - Registro:** El usuario deberá registrarse en la aplicación rellenando todos los campos.
 - **Prueba 1.2 - Identificación:** El usuario deberá acceder a la aplicación a través del formulario provisto para ello.

- **Tarea 2 - Modificar datos:** Esta tarea se pretende que el usuario sea capaz de acceder a sus datos personales y pueda editarlos y modificarlos.

- **Tarea 3 - Creación de Sesión:** Esta tarea está relacionada con los repositorios de recursos, es decir, los eventos y sesiones donde se subirán. Para ello el usuario deberá realizar dos pruebas bajo el **rol de supervisor**:
 - **Prueba 3.1 - Crear Evento:** El usuario deberá crear un evento desde cero donde luego crear las sesiones.
 - **Prueba 3.2 - Crear Sesión:** El usuario deberá acceder a la funcionalidad de crear sesiones y crear una nueva sesión en el evento anterior.

- **Tarea 4 - Creación de Recurso Subtitulado:** Esta tarea está relacionada con la gestión de recursos. Para ello el usuario deberá realizar bajo el **rol de ponente** las siguientes pruebas:
 - **Prueba 4.1 - Crear Recurso de Vídeo:** El usuario deberá crear y subir un vídeo en la sesión creada en la tarea 3.2.
 - **Prueba 4.2 - Extraer y Generar Recurso de Audio:** El usuario deberá acceder al listado de recursos de la sesión anterior y seleccionar la opción de extraer audio del recurso de vídeo anterior.
 - **Prueba 4.3 - Transcribir y Generar Recurso de Subtitulado:** El usuario deberá acceder al listado de recursos de la sesión anterior y seleccionar la opción de transcribir subtítulo del recurso de audio anterior.

- **Tarea 5 - Editar Recurso Subtitulado:** Esta tarea se encarga de la edición de campos de recursos en general y de subtitulado en particular. Para ello el usuario bajo el **rol de ponente** deberá realizar la tarea de buscar el recurso subtitulado y a través de la funcionalidad de edición cambiar alguno de sus campos y editar el contenido del subtitulado transcrito anteriormente.

- **Tarea 6 - Acceso a Recursos:** Esta tarea busca conocer el acceso de los usuarios a los recursos. Para ello el usuario deberá realizar tres pruebas bajo el **rol de receptor**:
 - **Prueba 6.1 - Visionado de Subtitulado:** El usuario deberá acceder al recurso subtitulado y visionar cada uno de los subtítulos existentes.
 - **Prueba 6.2 - Descargar Audio:** El usuario deberá acceder al recurso de audio y descargarlo en su equipo para reproducción en local.
 - **Prueba 6.3 - Reproducción accesible del Vídeo:** El usuario deberá acceder al recurso de vídeo y reproducir su contenido. Durante la reproducción deberá activar y desactivar los subtítulos en el reproductor proporcionado.

Los usuarios deberán realizar todas las tareas con cada una de sus pruebas. El orden de las pruebas sigue un orden incremental en cuanto a dificultad ya que es recomendable que para el aprendizaje y conocimiento de la aplicación los usuarios operen progresivamente en su realización.

Una vez realizadas cada una de las tareas, se pasará un cuestionario a los usuarios a fin de extraer estadísticas y conclusiones derivadas de sus respuestas. En este caso, el formulario empleado es común a todas las tareas y sigue un planteamiento de escala Likert [UPA, 2004].

En el Anexo B de evaluación de usuarios pueden verse los distintos formularios creados para cada tarea, así como los formularios generales. Del mismo modo, en este anexo se recogen algunas respuestas proporcionadas por los usuarios junto a algunos datos gráficos y estadísticos sobre las respuestas.

7.3.2. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE EVALUACIÓN CON USUARIOS

La mayoría de las preguntas buscaban como respuesta un valor cuantitativo representable mediante estadísticas y gráficos. Estos valores ofrecen una visión rápida, clara y concisa acerca de las conclusiones al respecto. Por otro lado también se ofrecían cuestiones de respuesta abierta donde los usuarios podían poner sus opiniones. Esta variante de respuesta cualitativa sirve para sacar conclusiones realistas ante valores cuantitativos extraños. Generalmente este tipo de respuestas no son excluyentes, sino complementarias a las respuestas cuantitativas.

7.3.2.1 RESULTADOS DEL TESTEO

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la muestra de usuarios participantes realizadas por: personas de diferentes rangos de edad entre menos de 20 y 50 años, diferentes géneros, diferentes niveles de experiencia web, diferentes sistemas operativos y diferentes navegadores web.

Con todo, la manera de entender los resultados es a través de un resumen significativo de las respuestas obtenidas para cada una de las tareas y pruebas anteriores. La forma de presentar los resultados es a través de unos gráficos de barras que representan el porcentaje de usuarios que respondió cada valor concreto de la escala Likert donde 1 es "muy en desacuerdo" y 5 "muy en acuerdo" [UPA, 2004], de manera que la suma de todas las barras completará el 100% de posibles respuestas.

Se muestra por cada prueba los valores correspondientes de la escala Likert a sus preguntas siempre que estos valores recojan algún dato significativo de cara a su evaluación.

➤ **Tarea 1 - Prueba 1 - Registro:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

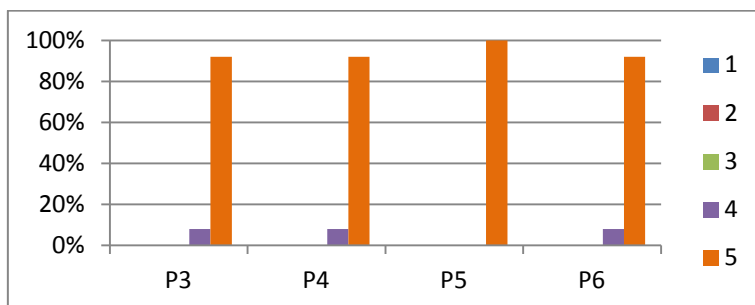


Ilustración 39: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 1 Prueba 1 - Registro

➤ **Tarea 1 - Prueba 2 - Identificación:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

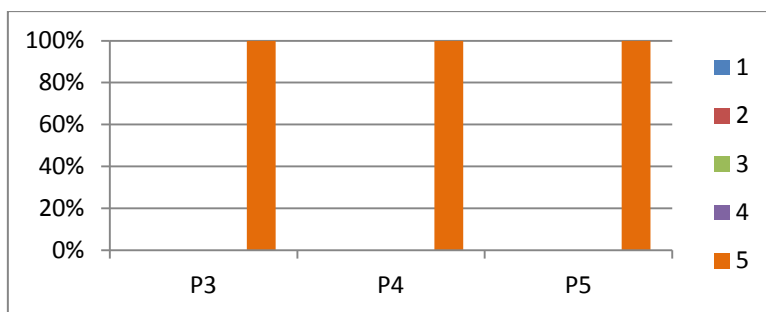


Ilustración 40: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 1 Prueba 2 - Identificación

➤ **Tarea 2 - Modificar datos:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

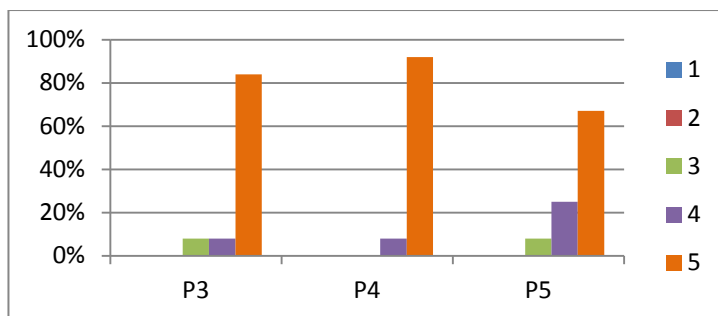


Ilustración 41: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 2 - Modificar datos

➤ **Tarea 3 - Prueba 1 - Crear Evento:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

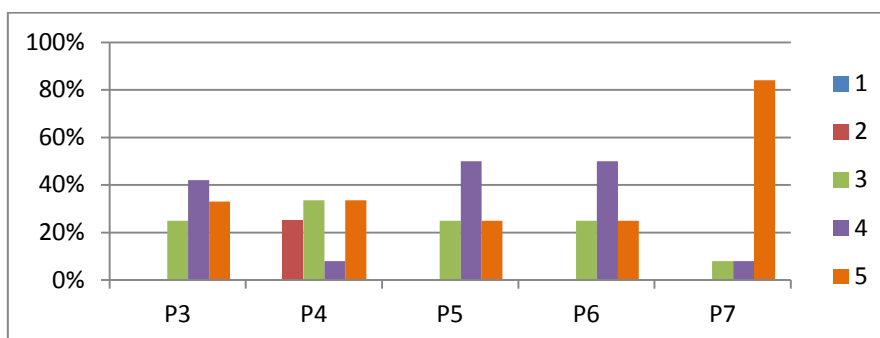


Ilustración 42: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 3 Prueba 1 - Crear Evento

➤ **Tarea 3 - Prueba 2 - Crear Sesión:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

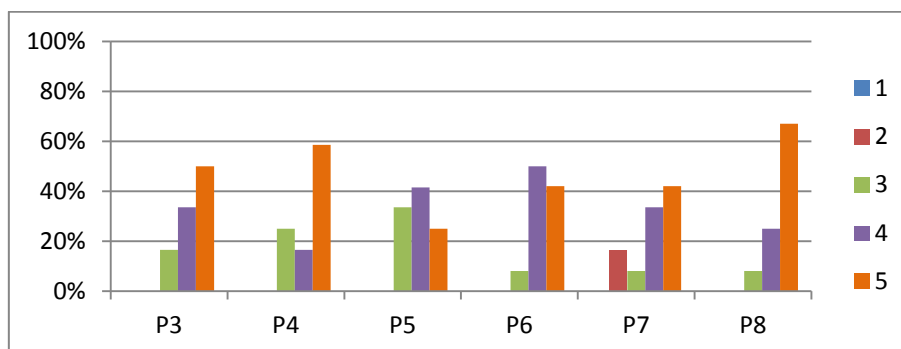


Ilustración 43: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 3 Prueba 2 - Crear Sesión

➤ **Tarea 4 - Prueba 1 - Crear Recurso de Vídeo:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

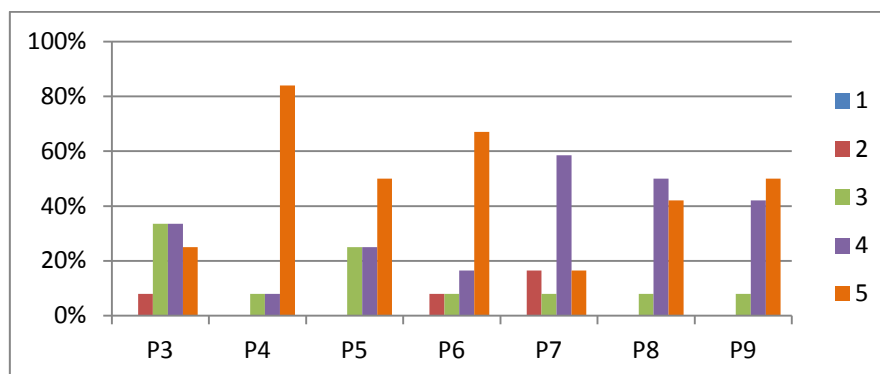


Ilustración 44: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 4 Prueba 1 - Crear Vídeo

➤ **Tarea 4 - Prueba 2 - Extraer y Generar Recurso de Audio:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

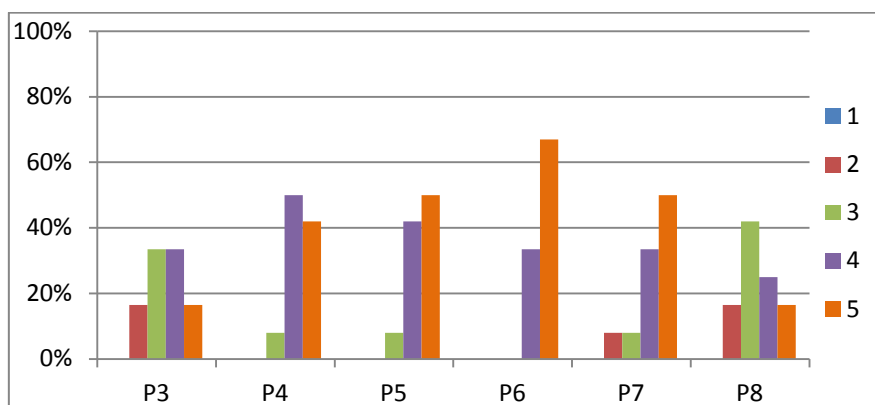


Ilustración 45: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 4 Prueba 2 - Extraer Audio

Aunque en esta tarea los resultados son positivos en líneas generales, cabe destacar algunos comentarios de personas con problemas para realizar la tarea acerca de la necesidad de alguna barra de proceso y/o mecanismo de aviso a la finalización de la tarea, lo cual hace indicar que pueda ser importante incorporarlo en versiones futuras.

➤ **Tarea 4 - Prueba 3 - Transcribir y Generar Recurso de Subtitulado:**

- Prácticamente todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea, aunque existen algunos casos en que no saben si lo consiguieron.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

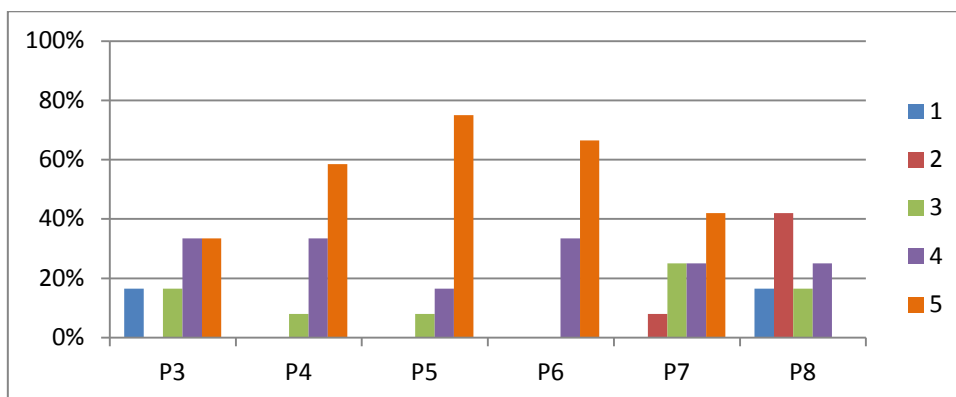


Ilustración 46: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 4 Prueba 3 - Transcribir Subtitulado

Aunque en esta tarea los resultados son positivos en general, al igual que en la funcionalidad anterior cabe destacar la necesidad de alguna barra de proceso y/o mecanismo de aviso a la finalización de la tarea, además de mostrar un aviso

explicando al usuario que el proceso puede tardar; incluso avisar de su posición de espera dentro de la cola de peticiones.

➤ **Tarea 5 - Editar Recurso Subtitulado:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

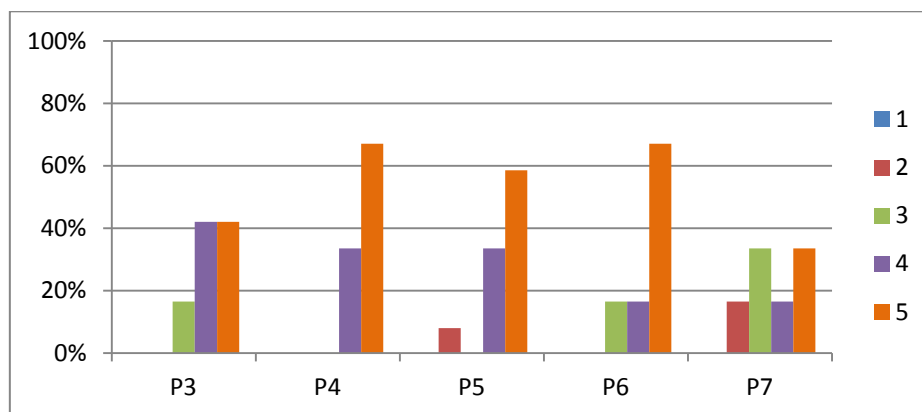


Ilustración 47: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 5 - Editar Recurso Subtitulado

➤ **Tarea 6 - Prueba 1 - Visionado de Subtitulado:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

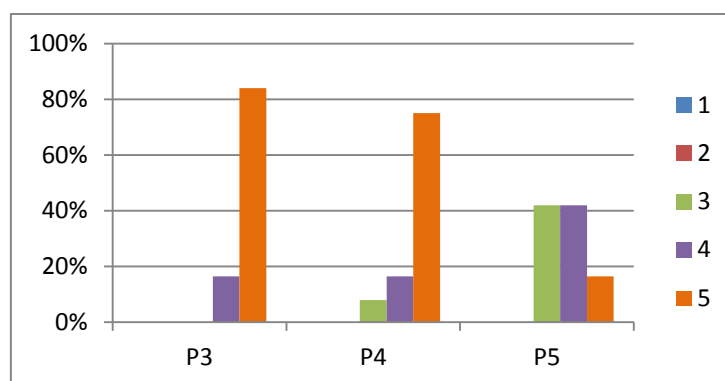


Ilustración 48: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 6 Prueba 1 - Visionado Subtitulado

➤ **Tarea 6 - Prueba 2 - Descargar Audio:**

- Todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea.
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad.

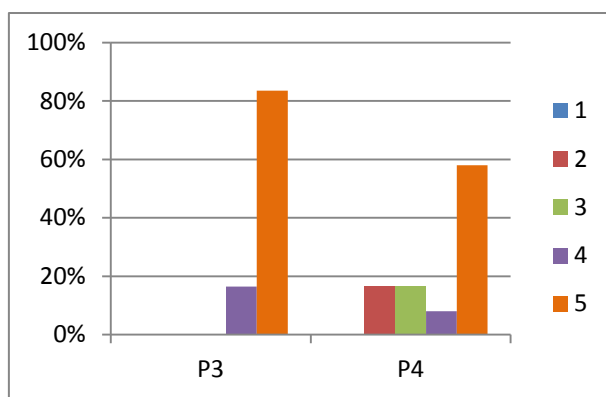


Ilustración 49: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 6 Prueba 2 - Descargar Audio

La conclusión ante esta tarea es en general positiva. Aunque siguiendo sugerencias de los usuarios podría intentar adelantarse la descarga en la navegación, es decir, alcanzar la funcionalidad tratando de llegar a ella con menos saltos de navegación.

➤ **Tarea 6 - Prueba 3 - Reproducción accesible del Vídeo:**

- Casi todos los usuarios pudieron llevar a cabo la realización de la tarea, salvo algunos que no lo lograron por no poder reproducir el vídeo
- Ninguno tuvo problemas de accesibilidad, salvo aquellos que no fueron capaces de acceder a la reproducción.

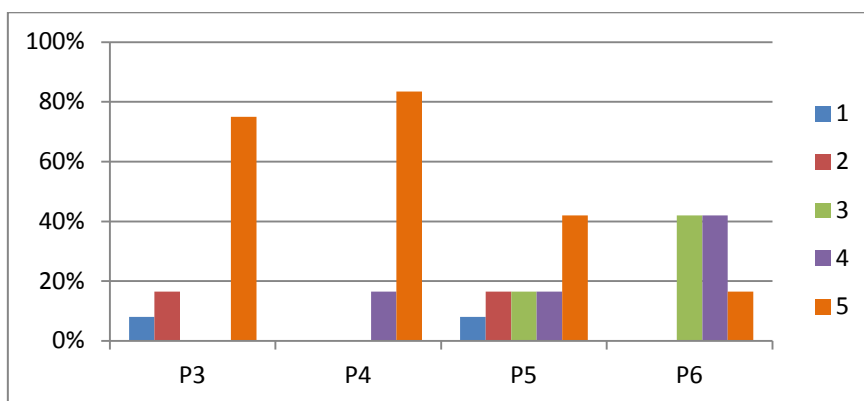


Ilustración 50: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Tarea 6 Prueba 3 - Reproducción Vídeo

Como conclusión se puede afirmar el acceso y ejecución de la funcionalidad es correcto. Aunque cruzando los datos se ha visto que en algunos navegadores no se reproduce el vídeo correctamente, por lo que aunque se ofrece la alternativa de descarga, sería importante proporcionar un reproductor accesible compatible en todos los navegadores, como es el caso de IExplorer.

Resumen de Pruebas y Tareas:

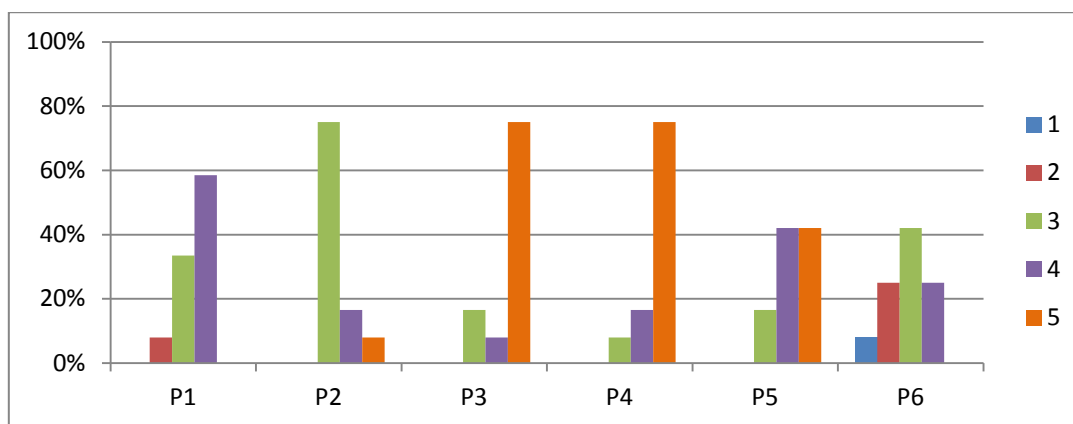


Ilustración 51: Testeo de Usuarios - Gráfica Resultado Resumen

- P1) Prácticamente todos los usuarios están conformes o muy de acuerdo en que la aplicación es sencilla. Mientras que sólo unos pocos no están de acuerdo.
- P2) Prácticamente todos los usuarios conformes en que la aplicación es intuitiva a la hora de interactuar con ella.
- P3) Prácticamente todos los usuarios están muy de acuerdo con respecto a la utilidad de la aplicación.
- P4) Prácticamente todos los usuarios están muy de acuerdo en que cuando hubo errores la aplicación lo indicó correctamente.
- P5) Prácticamente todos los usuarios están de acuerdo en que cuando hubo errores pudieron solucionarlos fácilmente.
- P6) El nivel de experiencia de los usuarios en software similar se encuentra repartido tomando valores normales, es decir, ni mucha ni poca experiencia.

7.3.2.2 CONCLUSIONES DEL TESTEO

Los resultados, en general, arrojan informes positivos en términos de accesibilidad y usabilidad al no haber problemas considerados como graves.

A continuación se muestra un resumen de la tendencia en las respuestas según la naturaleza de la pregunta:

- La mayoría de los usuarios están de acuerdo en haber realizado las tareas sin complicaciones, salvo en las tareas de creación donde algunos usuarios consideraron tener problemas por los tiempos de espera en el procesado
- Prácticamente todos los usuarios están de acuerdo en haber encontrado bien los accesos a la tarea.
- Los usuarios como habitual tienen por normal la dificultad de realizar las tareas incluso sin experiencia previa.
- Respecto a los formularios, nadie tuvo comentarios representativos sobre los campos de los formularios ni sobre la comprensión de su contenido.
- En relación al concepto "Evento" la mayoría de los usuarios entendió su significado, aunque unos pocos propusieron su cambio de denominación por el de Materia o Actividad. Mientras que la práctica totalidad sí entendió sin complicaciones los conceptos de "Sesión" y "Recurso".
- De igual modo, los usuarios no pusieron problemas a los conceptos de "Extracción" y "Transcripción" por considerarlos adecuados.
- En general, los usuarios han utilizado los buscadores y encontrado los elementos buscados sin complicaciones, de forma rápida y sencilla.
- Por último, la mayoría de los usuarios encuentran apropiados los mecanismos de control y seguimiento de las subidas de archivo, al igual que ocurre con la extracción de audio.

Las conclusiones anteriores aunque en su mayoría positivas no son las únicas aportadas por los usuarios. Del mismo modo, en la valoración de las respuestas se encontraron incidencias que atienden a distintas necesidades y preferencias solicitadas por diferentes usuarios. Por ello la propuesta de resultado del testeo se basa en intentar atender y satisfacer en la medida de lo posible estas sugerencias.

En siguientes versiones del prototipo se deberán incluir los siguientes aspectos:

- Facilitar los accesos a las funcionalidades directamente según el usuario y sus roles de manera que se eviten búsquedas para algunas tareas relacionadas con recursos.

- Incorporar un mecanismo de avisos para la extracción de audio y la transcripción de subtítulos que comuniquen al usuario la finalización de las tareas sin tener que esperar y actualizar periódicamente.
- Mostrar del mismo modo información sobre la lista de trabajos pendientes y el tiempo estimado de su realización.
- Incorporar mecanismos de reproducción alternativos para aquellos navegadores que no soporten el formato de vídeos ofrecido más allá de la descarga alternativa.

En cualquier caso, como conclusión final y valorando mejoras de cara a versiones futuras, se puede afirmar que las funcionalidades tienen ubicación y acceso correctos, están bien definidas y construidas, y su ejecución es correcta y sencilla.

8. GESTIÓN DEL PROYECTO

Tras establecer el alcance y objetivos de la propuesta del primer prototipo del sistema en las primeras fases del proyecto, era necesario realizar una gestión íntegra del proyecto donde se recogiera su planificación. En ella se pretende abordar los costes temporales y económicos previstos en la ejecución del proyecto, así como realizar el seguimiento real del proceso final y una comparativa entre ambos.

La estimación de la planificación y costes asociados se divide en tres partes, personal o equipo de trabajo, material utilizado y tiempo de trabajo necesario para la realización del proyecto.

8.1. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo es el recurso personal implicado en el proyecto, es decir, aquellas personas y sus roles que llevan a cabo cada una de las diferentes tareas que componen la realización completa del proyecto.

En este proyecto los diferentes roles de personal han sido cubiertos en cada momento por la persona encargada de la realización del proyecto y por sus supervisores. En este caso, el alumno en cuestión, la tutora y el director, siendo todos ellos profesionales experimentados y con conocimientos suficientes para abordar la tarea completa, así como la estimación y evaluación de sus tiempos y costes.

Aunque los diferentes roles pueden ser adoptados por los actores en cuestión, estos se dividen en función de sus cometidos. Estos roles son los siguientes:

- **Jefe de Proyecto:** director del proyecto encargado de dirigirlo, de identificar riesgos, aplicar planes de contingencia, redirigir esfuerzos en la dirección correcta y coordinar a los demás miembros del equipo. Su perfil debería ser el de una persona con experiencia en la dirección de otros proyectos.

- **Analista:** encargado principal de la toma de requisitos tanto de base de datos como de funcionalidad web. Se encargará de analizar y acotar las necesidades y definir un producto que se ajuste a tales deseos.
- **Diseñador:** en su mano está el diseño de los modelos de la base de datos y el diseño de la aplicación web prestando especial cuidado a la accesibilidad web y a los criterios proporcionados por el analista.
- **Desarrollador:** su trabajo consiste en la implementación del diseño de la base de datos y en la implementación del resto de la aplicación.
- **Evaluador Experto:** encargado de realizar valoraciones desde un punto de vista heurístico sobre los criterios de accesibilidad, usabilidad y funcionalidad.
- **Evaluador:** son usuarios de tipo general, generalmente anónimos, encargados de realizar labores de testeo y prueba sobre las funcionalidades existentes.

El coste calculado para cada uno de los miembros del equipo, basándose de forma aproximada a lo estipulado en proyectos de esta índole es el siguiente:

Cargo	Precio por hora
Jefe de Proyecto	30 €
Analista	21 €
Diseñador	18 €
Desarrollador	15 €
Evaluador Experto	20 €
Evaluador	15 €

Tabla 19: Planificación - Costes personal por hora

8.2. RECURSOS MATERIALES

Además de los costes asociados al desarrollo del proyecto por parte del personal empleado, también hay que tener en cuenta los costes del equipo y equipamiento donde se ha instalado el entorno de desarrollo y los elementos y licencias software necesarias.

Para realizar un cálculo de los costes del material hardware y software hay que tener en cuenta su precio de compra, la estimación de amortización y el precio ponderado por uso, es decir, cuánto gasto del total de la compra se atribuye a su uso durante la realización del proyecto.

Para realizar una estimación de su coste se establece un periodo de amortización de 8 años para los elementos de tratamiento de información o equipos y de 6 años para los programas informáticos o software.

En base a esta información, el coste asociado a cada elemento viene determinado por el número de meses de su empleo, es decir, cuántos meses hay hasta su depreciación y a cuánto asciende la amortización por mes del precio total. En base a esto, los costes materiales asociados a la ejecución del proyecto se describen en la tabla siguiente:

Recurso Material	Coste	Meses Amortización	Coste Mensual
PC sobremesa i7	1.100€	8x12 = 96	11,50€
Microsoft Office 2007	230€	6x12 = 72	3,20€
Microsoft Project 2007	130€	6x12 = 72	1,80€
Microsoft Visio 2007	260€	6x12 = 72	3,60€
Microsoft PowerPoint 2007	110€	6x12 = 72	1,50€
IDE Eclipse Helios	0€	6x12 = 72	0€
Server Glassfish 3	0€	6x12 = 72	0€
SGBD MySQL 5	0€	6x12 = 72	0€
Dragon Naturally Speaking 11	100€	6x12 = 72	1,40€

Tabla 20: Planificación - Costes material por mes

8.3. PLANIFICACIÓN INICIAL

Tras establecer el alcance y objetivos del sistema para la propuesta del proyecto se pretende abordar los costes temporales y económicos de la ejecución del proyecto. La estimación de la planificación y costes asociados se divide en tres partes, personal o equipo de trabajo, material utilizado y tiempo de trabajo necesario para la realización del proyecto.

La planificación inicial se realiza en las etapas inmediatamente posteriores al comienzo del proyecto y pretende dar una visión general de las diferentes actividades repartidas a lo largo del tiempo.

Mediante la planificación se estiman los recursos que se van a asignar a cada una de las etapas y la duración de éstas durante la realización del proyecto final de carrera. A su vez sirven como guía para conocer en cada momento en qué nivel de desarrollo se encuentra el proyecto y por dónde debería ir según lo establecido.

A continuación pueden verse una imagen con la planificación inicial elaborada:

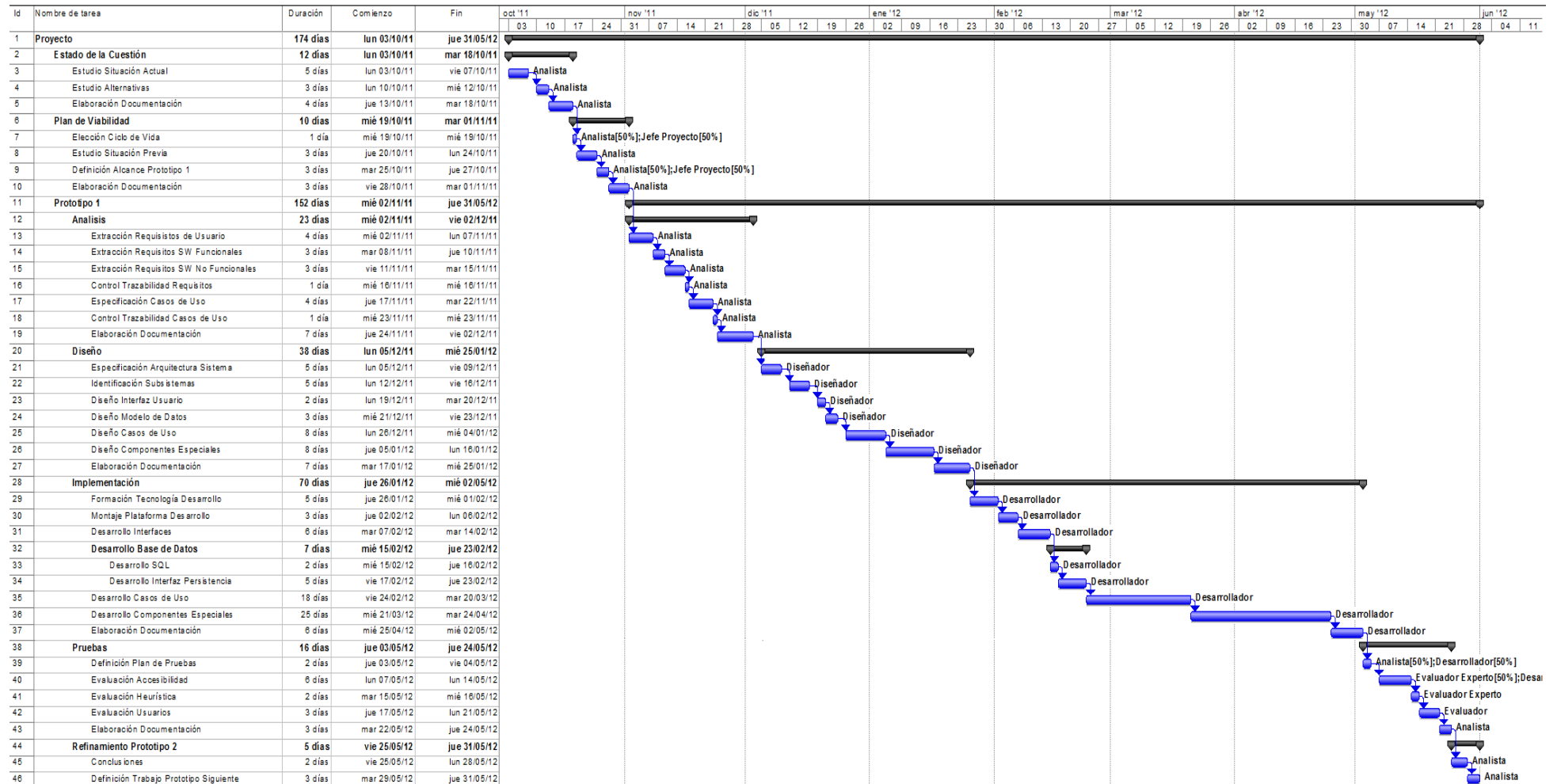


Ilustración 52: Planificación Inicial

8.3.1. PRESUPUESTO INICIAL

A continuación se hará una estimación del presupuesto inicial del proyecto en función de los recursos humanos y materiales necesarios para llevarlo a cabo. El presupuesto es un factor clave para el estudio de la viabilidad. Se realiza asumiendo unas fechas y condiciones determinadas.

8.3.1.1. ESTIMACIÓN DE COSTES PARCIALES

La estimación recoge de forma ordenada los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, ya sean recursos materiales o recursos humanos. En el caso de los recursos humanos, se proporciona el número de horas de trabajo de cada persona necesarias para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto y su entorno de trabajo, se calculan 8 horas de trabajo por día.

En el caso de los materiales o equipamiento se proporciona el número de unidades en meses necesarios durante la realización del proyecto. Por motivos prácticos, el uso del material estará fraccionado en meses completos de utilización.

Las siguientes tablas muestran los datos de utilización de los diferentes recursos y sus correspondientes costes:

Recurso	Días (8h)	Coste
Jefe de Proyecto	2	480 €
Analista	52	8.736 €
Diseñador	39	5.616 €
Desarrollador	73	8.760 €
Evaluador Experto	5	800 €
Evaluador	3	360 €
TOTAL	174	24.752 €

Tabla 21: Planificación Inicial - Costes Personal

Recurso	Meses	Coste
PC sobremesa i7	8	92,00€
Microsoft Office 2007	8	25,60€
Microsoft Project 2007	8	14,40€
Microsoft Visio 2007	8	28,80€
Microsoft PowerPoint 2007	8	12,00€
Dragon Naturally Speaking 11	8	11,20€
TOTAL	8	184,00€

Tabla 22: Planificación Inicial - Costes Material

Adicionalmente, a estos costes de material se deben añadir 50,00 € en concepto de material fungible.

8.3.1.2. ESTIMACIÓN DE COSTES TOTALES (PRESUPUESTO)

Después de ver los costes asociados tanto a los recursos humanos como a los costes materiales, a continuación se muestra la estimación de costes totales del desarrollo completo del primer prototipo del Proyecto:

Concepto	Valor
Recursos Humanos	24.752,00 €
Gastos generales (20% Recursos Humanos)	4.950,40 €
Recursos Materiales	184,00 €
Material Fungible	50,00 €
Subtotal	29.936,40 €
Beneficios Empresariales (30% Subtotal)	8.980,92 €
Base Imponible	38.917,32 €
IVA (21% Base Imponible)	8.172,64 €
TOTAL	47.089,96 €

Tabla 23: Planificación - Presupuesto Inicial

Dentro de este presupuesto se tiene en cuenta varios aspectos, a saber:

- **Subtotal:** Costes asociados por gasto en recursos humanos y material.
 - **Base Imponible:** Es el precio de cara al cliente. Aquí se incluye el beneficio que se quiere obtener del desarrollo junto a un margen por posibles contingencias, ascendiendo al 30% del coste total.
 - **Total:** Es la cantidad con impuestos que el cliente deberá pagar.
- El total a pagar por el cliente serán **47.089,96 €** siendo de esos 8.172,64 € de impuestos por valor añadido (IVA).
- La base imponible es 38.917,32 € y los costes de desarrollo 29.936,40 €, con lo cual, el beneficio previsto por el trabajo realizado asciende a **8.980,92 €**

8.4. PLANIFICACIÓN FINAL

En el apartado anterior se establecieron las previsiones económicas y planificación inicial de plazos previos del proyecto antes de su comienzo. Pero a la conclusión del mismo es necesario de igual modo mostrar la planificación final resultante donde se muestran las desviaciones y cambios producidos y su relación con la planificación inicial.

8.4.1. ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL ALCANCE FINAL

En este apartado se muestran los cambios efectuados sobre el estado del prototipo, y las decisiones de rediseño tomadas sobre la planificación inicial.

- **Fechas:** Un cambio importante afectó al cuadrante de fechas y a la planificación de las diferentes tareas. Este cambio consistió en la reducción de la jornada laboral a 2 horas de media en lugar de 8. Esto se debió a la decisión de no abarcar el desarrollo del prototipo a tiempo completo y si a tiempo parcial dentro del proyecto del CESyA. La consecuencia de esta decisión no afectaba a la carga total de trabajo puesto que la disposición horaria por tarea sería la misma distribuida en más días. En cambio, prolongaba la fecha estimada de finalización del prototipo y, por consiguiente, de este proyecto.

- **Funcionalidad:** Además del cambio de fechas, también se encontraron problemas de sobredimensionamiento del alcance del prototipo. Es decir, se comprobó que el alcance para el prototipo era muy amplio viendo que los nuevos plazos se incrementarían. Por ello la decisión final fue reducir en un 25% la implementación inicial, alcanzando el 75% del total previsto. De esta manera se consiguió que el prototipo fuese funcional alcanzando los nuevos hitos descritos en el capítulo de implementación en un plazo razonable. Para proseguir posteriormente toda la funcionalidad en versiones futuras del prototipo.

8.4.2. PRESUPUESTO FINAL

A continuación se hará una estimación del presupuesto final del proyecto en función de los cambios sobre la planificación y su efecto en los recursos. El presupuesto final está actualizado en función de las fechas y condiciones finales, es decir, con una carga de trabajo de personal del 75% con respecto a lo previsto inicialmente, pero con el mismo coste de amortización de los recursos materiales como compensación.

Por lo tanto se ha actualizado el presupuesto del desarrollo del nuevo del primer prototipo:

Concepto	Valor
Recursos Humanos	18.564,00 €
Gastos generales (20% Recursos Humanos)	3.712,80 €
Recursos Materiales	184,00 €
Material Fungible	50,00 €
Subtotal	22.510,80 €
Beneficios Empresariales (30% Subtotal)	6.753,24 €
Base Imponible	29.264,04 €
IVA (21% Base Imponible)	6.145,45 €
TOTAL	35.409,49 €

Tabla 24: Planificación - Presupuesto Final

- El total a pagar por el cliente serán **35.409,49 €** siendo de esos 6.145,45 € de impuestos por valor añadido (IVA). Se puede comprobar cómo la reducción ha afectado también al 75% del presupuesto inicial que ascendía a **47.089,96 €**
- La base imponible es 29.264,04 € y los costes de desarrollo 22.510,80 € con lo cual, el beneficio del trabajo realizado asciende a **6.753,24 €** Siendo del mismo modo un beneficio del 75% del previsto que ascendía a **8.980,92 €**

8.4.3. PLANIFICACIÓN FINAL

En este caso los cambios sobre la planificación inicial de subtareas no han alterado las tareas de Estado de la Cuestión, Plan de Proyecto, Análisis y Diseño ya que estas tareas se han llevado a cabo con la previsión inicial del prototipo quedando su resultado completo.

En cambio, en la tarea de Implementación se ha añadido una subtarea más al inicio denominada "Análisis y Diseño Alcance Final" llevada a cabo por el Jefe de proyecto, el Analista y el Diseñador. La incorporación de esta subtarea es la que genera cambios en las subtareas y tareas siguientes en la planificación, como es el resto de la Implementación, Pruebas y Refinamiento del segundo prototipo.

Al respecto del cambio en fechas a causa de las horas de trabajo diarias, también se ha visto afectada la utilización de recursos materiales ya que su desembolso inicial ha sido amortizado en un mayor número de meses, es decir, el coste asociado por material en el prototipo aumentará.

8.4.3.1. RECURSOS TEMPORALES

La planificación final mantiene la asignación de recursos tanto materiales como personales a cada una de las tareas inicialmente previstas, añadiendo a la nueva subtarea sus recursos y actualizando la carga de trabajo por día a 2 horas.

De esta manera el comienzo será el mismo (3/10/2011) pero la finalización más tardía (15/10/2013) ascendiendo a un total de 452 días de trabajo efectivo.

A continuación pueden verse una imagen con la planificación final efectuada:



8.4.3.2. CÁLCULO FINAL DE COSTES REALES

Con el ajuste en tiempo y la dedicación de los recursos humanos calculados en 2 horas de trabajo por día los costes correspondientes a la utilización de los recursos humanos son:

Recurso	Días (2h)	Coste
Jefe de Proyecto	12	720 €
Analista	137	5.754 €
Diseñador	96	3.456 €
Desarrollador	189	5.670 €
Evaluador Experto	10	400 €
Evaluador	8	240 €
TOTAL	452	16.240 €

Tabla 25: Planificación Final - Costes Personal

Para los recursos materiales y equipamiento se mantiene la amortización a mes completo, siendo finalmente su utilización durante 25 meses.

La siguiente tabla muestra los datos de utilización de los recursos materiales y sus correspondientes costes:

Recurso	Meses	Coste
PC sobremesa i7	25	287,50 €
Microsoft Office 2007	25	80,00 €
Microsoft Project 2007	25	45,00 €
Microsoft Visio 2007	25	90,00 €
Microsoft PowerPoint 2007	25	37,50 €
Dragon Naturally Speaking 11	25	35,00 €
TOTAL	25	575,00 €

Tabla 26: Planificación Final - Costes Material

Adicionalmente, a estos costes de material se deben añadir 50,00 € en concepto de material fungible. En este caso, se mantienen.

Después de ver los costes asociados tanto a los recursos humanos como a los costes materiales, a continuación se muestra la estimación de costes totales del desarrollo completo del primer prototipo del Proyecto:

Concepto	Valor
Recursos Humanos	16.240,00 €
Gastos generales (20% Recursos Humanos)	3.248,00 €
Recursos Materiales	575,00 €
Material Fungible	50,00 €
COSTE TOTAL	20.113,00 €

Tabla 27: Planificación Final - Coste Final

- Teniendo en cuenta el nuevo presupuesto los costes previstos ascendían a 22.510,80 €, con un beneficio de **6.753,24 €**. Pero con los costes reales de 20.113,00 € el beneficio definitivo real obtenido es **9.151,04 €**, superior a lo previsto finalmente.
- En la comparativa con la planificación inicial, se ha salido también mejor parado porque con el menor coste en personal también se ha superado el beneficio previsto que era de **8.980,92 €**.

9. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En la etapa final de este documento, y una vez expuestos todos los trabajos llevados a cabo en las distintas fases de realización del proyecto, se detallan las conclusiones finales obtenidas y los posibles trabajos futuros planteados.

9.1. CONCLUSIONES FINALES

A fin de establecer y comentar las conclusiones a las que se ha llegado, es preciso realizar un análisis y valoración de los resultados y logros obtenidos ante las expectativas y objetivos fijados al inicio del proceso.

Los principales objetivos del proyecto final de carrera eran: por un lado, el desarrollo de un servicio web accesible para subtitulado en diferido de recursos multimedia y, por otro, el mantenimiento de un repositorio de recursos accesibles por los usuarios desde el exterior.

Evaluando el estado final alcanzado con la aplicación desarrollada, la versión actual cubre las funciones principales previstas de:

- **Generación de recursos multimedia accesibles**, mediante la extracción de subtítulos a través del empleo de mecanismos de reconocimiento del habla continua y su posterior **servicio de edición** del contenido subtitulado.
- **Almacenamiento de** los diferentes elementos de una sesión audiovisual a través de sus **recursos** independientemente del tipo que sean, **para proporcionar acceso y** presentación mediante **reproducción accesible** de los mismos.

Con el propósito de alcanzar estos objetivos, durante el proyecto se tuvieron que realizar diversas tareas que ocasionaron beneficios y logros adicionales a los objetivos inicialmente planteados.

A continuación se muestran algunos de los beneficios paralelos más importantes conseguidos en el desarrollo del proyecto:

- Diseño e implementación de una base de datos junto a sus componentes de persistencia correspondientes. Con ello, además se ha conseguido obtener la estructura completa de la base de datos, aplicable en versiones futuras al haber tenido en cuenta un diseño superior al necesario en esta versión.
- Se incorporó una arquitectura de sistema modular que facilitase la simplicidad y reutilización de código, de manera que cada módulo de ejecución sea independiente del resto, facilitando por otro lado su mantenimiento y evolución.
- Con la encapsulación de módulos, a su vez, se ha conseguido tener un producto empaquetado y listo para su instalación, mejorando el proceso de implantación. Únicamente será necesario instalar y configurar el servidor de aplicaciones y la base de datos antes de realizar el despliegue final de la aplicación.
- Por último, gracias a la etapa de pruebas y evaluación se logró certificar el alcance de los requisitos de accesibilidad y usabilidad previstos. Con las técnicas de evaluación de accesibilidad se ha concluido que la web cumple los estándares de nivel AA. Asimismo gracias a la evaluación con usuarios se destacó que la aplicación cumple con la idea prevista de usabilidad y funcionalidad ya que las pruebas ofrecieron resultados positivos en líneas generales, aunque también encontraron aspectos mejorables, previstos a incluir en versiones siguientes.

Finalmente, con salvedad del módulo de gestión de perfiles de voz, y utilizando perfiles genéricos, hay que destacar que se han cubierto en un alto grado de satisfacción las expectativas iniciales. Se ha conseguido implementar una aplicación capaz de realizar los objetivos principales y a su vez por extensión los módulos secundarios.

En cualquier caso, aunque se ha logrado un producto funcional accesible no se debe olvidar que habrá que proseguir con investigaciones relacionadas en este ámbito, con el fin de ofrecer una mayor variedad de oportunidades a las personas con barreras de acceso a la educación y a los diferentes medios educativos.

9.2. TRABAJOS FUTUROS

Durante el desarrollo del proyecto han surgido nuevas ideas de trabajos futuros a desarrollar e investigar con el objetivo de su incorporación para mejorar el sistema en versiones futuras.

A continuación se muestran algunas propuestas a tener en cuenta:

- Ante el problema encontrado sobre la limitación de no tener procesamiento concurrente en el motor de reconocimiento de voz, es decir, sólo puede procesarse una petición de transcripción en paralelo, es importante buscar una solución para permitir el reconocimiento de voz de varios audios simultáneos. Algunas soluciones pueden ser la incorporación de más motores ASR y la investigación de medios de paralelismo con uno solo.
- Otra mejora considerable será la inclusión de la funcionalidad de creación de nuevos perfiles de voz de manera remota. Este proceso ha sido definido desde el inicio de este proyecto pero no pudo completarse por lo que su desarrollo parece importante de cara a versiones siguientes. Del mismo modo, la lógica de reentrenamiento de perfiles sería aplicable dentro de esta mejora.
- A nivel de desarrollo y servicio web parece necesario aumentar la satisfacción de los usuarios adaptando la aplicación a las sugerencias ofrecidas por los usuarios en su evaluación, como es el caso de: Avisos para las transacciones, mejora de sencillez en el editor de subtítulos, e inclusión de reproductores funcionales para una mayor variedad de navegadores.
- En línea con el incremento de funcionalidad y dado que el diseño e implementación de la base de datos está preparado para ello, sería importante incluir nuevas funcionalidades no incorporadas en este prototipo. Algunos ejemplos podrían ser: Asistencia y matriculación de usuarios a eventos, tratamiento de temática en sesiones y perfiles, sincronización de recursos asociados con recursos multimedia, o fragmentación de recursos multimedia en base a su tamaño, duración y locutores implicados.

Por último, en relación a las pruebas y evaluaciones realizadas también es importante tener en cuenta los siguientes aspectos y criterios en los trabajos futuros:

- La plataforma web en que se apoya el servicio asumirá en su avance las diferentes mejoras, por lo que será necesario mantener y repetir ciertas fases y actividades encargadas de controlar el cumplimiento de los estándares y criterios de accesibilidad. En esta línea será importante tener en consideración las vigentes directrices marcadas por las pautas WCAG 2.0.
- En relación a la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad es primordial mantener las pruebas con usuarios potenciales. Es importante además ampliar la muestra de usuarios alcanzando una mayor diversidad de casos, incluyendo pruebas con usuarios con discapacidad a pesar de la complejidad que supone su disponibilidad.

10. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

- **AJAX:** Asynchronous JavaScript And XML.
- **API:** Application Programming Interface.
- **ASR:** Automatic Speech Recognition. Reconocimiento automático del habla.
- **CEAPAT:** Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas.
- **CENTAC:** Centro Nacional de Tecnologías de Accesibilidad.
- **CERMI:** Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad.
- **CESyA:** Centro Español del Subtitulado y la Audiodescripción.
- **DNS:** Dragon Naturally Speaking.
- **EAR:** Enterprise ARchive.
- **EJB:** Enterprise Java Bean.
- **HTTP:** Protocolo de transferencia de Hipertexto.
- **JDBC:** Java Database Connectivity.
- **JMS:** Java Message Service.
- **JPA:** Java Persistence API.
- **JSP:** JavaServer Pages.
- **J2EE:** Java Enterprise Edition.
- **LIONDAU:** Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- **MVC:** Patrón de diseño "Modelo Vista Controlador".
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **RAE:** Real Academia de la Lengua Española.
- **SQL:** Structured Query Language.
- **WAR:** Web Application Archive.

11. REFERENCIAS

- [AENOR, 1986] Asociación Española de Normalización y Certificación. <http://www.aenor.es>
- [AENOR, 2001] Asociación Española de Normalización y Certificación. "Sistema de gestión de la Accesibilidad global. Requisitos DALCO". http://www.aenor.es/Documentos/Formacion/Ficheros/A-01_A-01_2007.pdf
- [AENOR, 2003] Asociación Española de Normalización y Certificación. "Pautas y guías para la inclusión de la accesibilidad en las normas". http://www.aenor.es/Documentos/Formacion/Ficheros/A-01_A-01_2007.pdf
- [BOE, 2000] Boletín Oficial del Estado. "Convenio para la Cooperación e Integración Social de Personas con Minusvalía y para el desarrollo de una Sociedad de la Información con integración a las personas con discapacidad". <http://sid.usal.es/idocs/F3/3-3356/3-3356.pdf>
- [BOE, 2003] Boletín Oficial del Estado. "Ley 59/2003 de firma electrónica". http://noticias.juridicas.com/base_datos/Anterior/r0-l59-2003.html
- [CEN, 1961] European Committee for Standardization. <http://www.cen.eu>
- [CENSUS, 2013] Oficina del Censo de los Estados Unidos. <http://www.census.gov/>
- [CERMI, 2001] Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad. <http://www.cermi.es>
- [CINU, 1948] Organización de Naciones Unidas - Centro de Información. "Carta Internacional de Derechos Humanos". http://www.cinu.org.mx/onu/documentos/_cidhd.htm
- [CNICE, 2006] CNICE. "Informe del Ministerio de Educación y Ciencia sobre Accesibilidad, educación y tecnologías de la información y comunicación".
- [CSAIL, 2013] MIT CSAIL: Instituto Tecnológico de Massachusets. <http://www.csail.mit.edu>
- [DeCastro, 2011a] De Castro, M. et al. "Introducción al subtitulado en tiempo real".
- [DeCastro, 2011b] De Castro, M. et al. "Real-time subtitle synchronization in live television programs, Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB)".
- [EUR, 2000] Unión Europea. "Carta de los Derechos Fundamentales": <http://www.derechoshumanos.net/normativa/normas/europa/CDFUE/CartaDerechosFundamentalesUnionEuropea-v2000.htm>
- [Glassfish, 2010] Java 2 Platform, Enterprise Edition. <http://docs.oracle.com/cd/E19879-01/821-1040/gidij/index.html>
- [HERA, 2003] Hojas de Estilo para la Revisión de la Accesibilidad, Herramienta Operativa en línea: <http://www.sidar.org/hera/>
- [HERA, 2013] Resultado de evaluación sobre la aplicación. http://www.cesya.es/ApeintaWeb_acc/hera_informe.pdf
- [IBM, 2013] IBM ViaScribe. <http://www.liberatedlearning.com/technology/index.shtml>
- [IDE, 2011] Eclipse IDE Helios. <http://www.eclipse.org/webtools>

- [ISO, 1947] Internacional Organization of Standarization.
<http://www.iso.org/>
- [J2EE, 2013] Java 2 Platform, Enterprise Edition
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>
- [LSSICE, 2003] Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico.
http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l34-2002.html
- [LIONDAU, 2003] Ley 51/2003, de 2 de Diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad, ref. BOE-A-2003-22066.
<http://sid.usal.es/idocs/F3/LYN5979/3-5979.pdf>
- [LSSICE, 2003] Ley de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l34-2002.html
- [LMISI, 2006] Anteproyecto de Ley de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información.
http://aui.es/IMG/pdf_LMISI-2.pdf
- [Moreno, 2008] Moreno. L et al. "Accesibilidad a los contenidos audiovisuales en la Web: Una panorámica sobre Legislación, Tecnologías y Estándares (WCAG 1.0 y WCAG 2.0)".
- [Moriano, 2007] Moriano A., "Aplicación de Metodología DCU con inclusión de criterios de accesibilidad para el diseño y desarrollo de aplicaciones Web".
- [Madrid, 2005] Plan de Acción para Personas con Discapacidad de la Comunidad de Madrid 2005-2008.
http://www.imagina.org/archivos/Plan_de_Accion_para_Personas_con_Discapacidad_Comunidad_de_Madrid_2005_2008.pdf
- [Muramatsu, 2010] MURAMATSU, B et al. "SpokenMedia: Automatic Lecture Transcription and Rich Media Notebooks".
<http://fr.slideshare.net/bmuramatsu/spokenmedia-automatic-lecture-transcription-and-rich-media-notebooks>
- [OMS, 2013a] Organización Mundial de la Salud.
- [OMS, 2013b] Organización Mundial de la Salud. Envejecimiento.
<http://www.who.int/topics/ageing/es/>
- [ONU, 1993] Organización de Naciones Unidas. "Normas Uniformes sobre la Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad".
<http://www.un.org/spanish/disabilities/default.asp?id=498>
- [SQL, 2013] Eclipse SQL Explorer.
<http://eclipsesql.sourceforge.net/>
- [SUN, 2010] SUN. Estudio comparativo entre Glassfish y Tomcat.
<http://mx.sun.com/emrkt/innercircle/newsletter/0209/feature-itm.html?cid=e7959f>
- [TAW, 2000] TAW, Test de Accesibilidad Web. Herramienta para el análisis de la accesibilidad de sitios web.
<http://www.tawdis.net/taw3/cms/es>
- [UNE, 2003a] Una Norma Española. "Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web".
<http://www.inteco.es/file/rWv1Oqb051U>
- [UNE, 2003b] Una Norma Española. "Accesibilidad en la Informática. Accesibilidad Software".
<http://www.udc.es/fcs>

- [UNE, 2003c] Una Norma Española. "Accesibilidad en la Informática. Accesibilidad Hardware".
<http://www.udc.es/fcs/es/webto/terapia/asignaturas/toyafam/08tema/UNE139801-2003.pdf>
- [UNE, 2005] Una Norma Española. "Audiodescripción. Ayudas técnicas".
http://www.cesya.es/es/normativa/normativa/norma_audiodescripcion
- [UNE, 2012] Una Norma Española. "Subtitulado para sordos. Ayudas técnicas".
http://www.cesya.es/es/normativa/normativa/norma_subtitulado
- [UPA, 2004] A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability.
<http://home.comcast.net/~tomtullis/publications/UPA2004TullisStetson.pdf>
- [Vela, 2007] Jennifer Vela Valido. "Análisis comparativo del software de subtitulado y estudio de compatibilidad con la norma UNE 153010:2005".
http://www.cesya.es/estaticas/amadis07/ponencias/ponencias/ponencia_jennifervela.pdf
- [W3C, 2005] W3C, "How People with Disabilities Use the Web. Working-Group Internal Draft, 5 May 2005".
<http://www.w3.org/WAI/EO/Drafts/PWD-Use-Web>
- [WAI, 1994] Web Accessibility Initiative.
<http://www.w3.org/WAI/>
- [W3C, 1994] World Wide Web Consortium (W3C).
<http://www.w3.org/>
- [WebML, 2012] Libro sobre WebML.
<http://www.librarything.com/work/2227509>
- [Youtube, 2013] YouTube Ready Qualified Captioning Vendors:
<http://youtubeready.dcmp.org/>

ANEXO A: EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD

A continuación se presenta el informe con los resultados obtenidos y descargados de la herramienta web HERA [HERA, 2013] para cada uno de los puntos de verificación realizado en la tarea de “Gestión de Pruebas”.

Punto 1.1 Proporcione un *texto equivalente para todo elemento no textual* (p. ej. a través de "alt", "longdesc" o en el contenido del elemento). Esto incluye: imágenes, representaciones gráficas del texto (incluyendo símbolos), áreas de mapas de imagen, animaciones (por ejemplo, GIFs animados), "applets" y objetos programados, "ASCII art", marcos, scripts, imágenes usadas como viñetas en las listas, espaciadores, botones gráficos, sonidos (ejecutados con o sin la interacción del usuario), archivos exclusivamente auditivos, pista sonora del vídeo y vídeos. (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

Se han verificado manualmente y se ha comprobado que todas las imágenes tienen un texto alternativo correcto

Punto 1.2 Proporcione *enlaces redundantes en formato texto* para cada área activa de un *mapa de imagen del servidor*. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 1.3 Hasta que las aplicaciones de usuario puedan leer en voz alta, automáticamente, el texto equivalente de la pista visual de una presentación multimedia, proporcione una *descripción sonora* de la información importante *de la pista visual*. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 1.4 *Sincronice* con la presentación, *equivalentes alternativos* (p. ej. subtítulos o descripciones sonoras de la pista visual) para cualquier presentación multimedia tempo-dependiente (p. ej. una película o animación). (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 1.5 Hasta que las aplicaciones de usuario interpreten los textos equivalentes de los enlaces de los mapas de imagen de tipo cliente, proporcione *enlaces redundantes*, en formato texto, para cada zona activa del *mapa de imagen de tipo cliente*. (Prioridad 3)

✓ No aplicable.

Punto 2.1 Asegúrese de que toda la *información transmitida a través del color* está también disponible sin color. (Prioridad 1)

✓ Correcto.

No existe información accedida mediante colores

Punto 2.2 Asegúrese de que las *combinaciones de color* del fondo y del primer plano contrastan lo suficiente cuando son vistas por alguien que tiene una deficiencia de percepción del color o que utiliza un monitor en blanco y negro. (Prioridad 2 para imágenes, 3 para textos)

✓ Correcto.

Se ha comprobado mediante herramientas de contraste que cumple con la norma de contrastes especificada en las WCAG

Punto 3.1 Utilice *marcadores en vez de imágenes* para transmitir información, si existe un lenguaje de marcado apropiado. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

No existen imágenes con contenido informativo

Punto 3.2 Cree documentos que se ciñan a las *gramáticas formales* publicadas. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Se ha comprobado mediante el validador de W3C que la página cumple con el estándar HTML

Punto 3.3 Use *hojas de estilo* para controlar la disposición y la presentación. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Punto 3.4 Use *unidades relativas* en vez de absolutas en los valores de los atributos del lenguaje de marcado y en los valores de las propiedades de las hojas de estilo. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Las medidas del contenido de las páginas están tratadas mediante valores porcentuales

Punto 3.5 Use *elementos de encabezado* para sugerir la estructura del documento y úselos siguiendo la especificación. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 3.6 Marque correctamente las *listas y los ítem de lista*. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 3.7 Marque las *citas*. No use el marcado de citas para efectos de formato tales como la sangría. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

No hay ninguna cita en las páginas

Punto 4.1 Identifique claramente los *cambios en el lenguaje natural* del texto de un documento y de cualquier texto equivalente (por ejemplo, en leyendas y subtítulos). (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

No hay textos en otro idioma

Punto 4.2 Especifique la *expansión de cada abreviatura o acrónimo* cuando aparezcan por primera vez en el documento. (Prioridad 3)

🔍 **A verificar.**

Punto 4.3 Identifique el *lenguaje natural principal* de un documento. (Prioridad 3)

✓ **Correcto.**

Punto 5.1 En las *tablas de datos*, identifique los *encabezados* de fila y columna. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 5.2 Para las tablas de datos que tengan *dos o más niveles lógicos de encabezados de fila o columna*, utilice marcadores para asociar las celdas de datos con las celdas de encabezado. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 5.3 *No use tablas para maquetar*, a menos que el contenido de la tabla tenga sentido cuando se represente en forma lineal. De lo contrario, si la tabla no se entiende, proporcione un equivalente alternativo (que puede ser una versión lineal del contenido de la tabla). (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 5.4 Si utiliza una tabla para maquetar, no utilice *ningún marcado estructural* para conseguir un efecto visual de formateo. (Prioridad 2)

✓ **No aplicable.**

Punto 5.5 Proporcione *resúmenes de las tablas*. (Prioridad 3)

✓ **No aplicable.**

Punto 5.6 Proporcione *abreviaturas* para las etiquetas de los *encabezamientos*. (Prioridad 3)

✓ **No aplicable.**

Punto 6.1 Organice los documentos de forma que puedan ser leídos *sin hojas de estilo*. Por ejemplo, cuando un documento HTML es interpretado sin las hojas de estilo asociadas, debe seguir siendo posible leer el documento. (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

Se ha comprobado que al desactivar la css puede seguirse el contenido de las páginas

Punto 6.2 Asegúrese de que los *equivalentes para el contenido dinámico* se actualizan cuando cambia el contenido dinámico. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 6.3 Asegúrese de que las páginas pueden seguir siendo usadas cuando los *scripts, applets u otros objetos de programación se desconectan o no son soportados*. Si esto no es posible, proporcione información equivalente en una página alternativa accesible. (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

La página no dispone de elementos javascript que impidan su correcta utilización

Punto 6.4 Para los scripts y applets, asegúrese de que la ejecución de los *manejadores de evento* sea independiente del tipo de dispositivo. (Este punto incluye el 9.3). (Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 6.5 Asegúrese de que los *contenidos dinámicos* sean accesibles o proporcione una página o presentación alternativas. (Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 7.1 Hasta que las aplicaciones de usuario permitan al usuario controlarlo, *evite provocar el parpadeo de la pantalla*. (Prioridad 1)

✓ Correcto.

Punto 7.2 Hasta que las aplicaciones de usuario permitan al usuario controlar el destello, *evite que el contenido destelle* (por ejemplo, los cambios en la presentación a ritmo regular, como si se encendiera y apagase). (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Punto 7.3 Hasta que las aplicaciones de usuario permitan congelar el contenido en movimiento, *evite el movimiento* en las páginas. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

El único movimiento que se produce es una barra de carga que no afecta al funcionamiento y por lo tanto no impide la accesibilidad

Punto 7.4 Hasta que las aplicaciones de usuario proporcionen la posibilidad de detener el *refresco*, no cree páginas que periódicamente se auto-refresquen. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Punto 7.5 Hasta que las aplicaciones de usuario proporcionen la posibilidad de detener el *re-direccionamiento automático*, no utilice marcadores para redirigir las páginas automáticamente. En su lugar, configure el servidor llevar a cabo los re-direccionamientos. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Punto 8.1 Cree los elementos de programación tales como *scripts* y *applets* de manera que sean *directamente accesibles o compatibles con las ayudas técnicas*. (Prioridad 1 si la funcionalidad es importante y no se presentó en otra parte; en otro caso, Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 9.1 Proporcione *mapas de imagen controladas por el cliente* en vez de por el servidor, excepto cuando las áreas no puedan ser definidas con una forma geométrica. (Prioridad 1)

✓ No aplicable.

Punto 9.2 Asegúrese de que cualquier elemento que tenga su *propia interfaz* pueda manejarse de forma independiente del tipo de dispositivo. (Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 9.3 Para los scripts, especifique *manejadores de evento lógicos* en vez de manejadores de evento dependientes del dispositivo. (Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 9.4 Cree un *orden lógico de tabulación* a través de los enlaces, controles de formulario y objetos. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 9.5 Proporcione *atajos de teclado* para los enlaces importantes (incluyendo los de los mapas de imagen de tipo cliente), controles de formulario y grupos de controles de formulario. (Prioridad 3)

✓ No aplicable.

Punto 10.1 Hasta que las aplicaciones de usuario permitan a los usuarios desactivar la *generación de ventanas*, no provoque que aparezcan llamadas emergentes u otras ventanas y no cambie el foco de la ventana actual sin informar antes al usuario. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

Punto 10.2 Hasta que las aplicaciones de usuario soporten asociaciones explícitas entre las etiquetas y los controles de formulario, para todos los controles de formulario con etiquetas implícitamente asociadas, asegúrese de que la *etiqueta está colocada adecuadamente*. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 10.3 Hasta que las aplicaciones de usuario (incluidas las ayudas técnicas) interpreten correctamente los textos contiguos, proporcione un *texto alternativo lineal* (en la misma página o en alguna otra) para todas las *tablas que presenten el texto en columnas paralelas* y desplazan el texto automáticamente a la siguiente línea cuando no cabe en la misma. (Prioridad 3)

✓ **No aplicable.**

Punto 10.4 Hasta que las aplicaciones de usuario manejen correctamente los controles vacíos, incluya *caracteres por omisión* en los campos de edición y áreas de texto. (Prioridad 3)

✓ **Correcto.**

Punto 10.5 Hasta que las aplicaciones de usuario (incluidas las ayudas técnicas) representen de forma diferenciada los *enlaces adyacentes*, incluya caracteres imprimibles no enlazados (rodeados de espacios) entre los enlaces adyacentes. (Prioridad 3)

✓ **Correcto.**

Punto 11.1 Utilice las *tecnologías del W3C* cuando estén disponibles y *sean apropiadas para la tarea*, y use las *últimas versiones en cuanto sean soportadas*. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Todas las tecnologías utilizadas están disponibles

Punto 11.2 Evite usar elementos *obsoletos* de las tecnologías del W3C. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 11.3 Proporcione información de manera que los usuarios puedan *recibir los documentos según sus preferencias*. Por ejemplo: idioma, tipo de contenido, etc. (Prioridad 3)

🔍 **A verificar.**

Punto 11.4 Si, a pesar de haberse esforzado, no consigue crear una página accesible, proporcione un enlace a una *página alternativa* que use las tecnologías del W3C, sea accesible, tenga información (o funcionalidad) equivalente y sea actualizada tan a menudo como la página (original) inaccesible. (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

Punto 12.1 *Titule cada marco* para facilitar la identificación del marco y la navegación entre ellos. (Prioridad 1)

✓ **No aplicable.**

Punto 12.2 Describa el *propósito de los marcos* y cómo se relacionan entre sí, si no resulta obvio sólo con los títulos de marco. (Prioridad 2)

✓ **No aplicable.**

Punto 12.3 *Divida los bloques de información* largos en grupos más manejables cuando resulte natural y apropiado. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 12.4 Asocie *etiquetas explícitamente* con sus controles. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 13.1 Identifique claramente el *objetivo de cada enlace*. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Se ha tratado que todos los enlaces sean autoexplicativos

Punto 13.2 Proporcione *metadatos* para añadir información semántica a las páginas y los sitios. (Prioridad 2)

✓ **Correcto.**

Punto 13.3 Proporcione *información sobre la maquetación* general de un sitio (por ejemplo, un mapa del sitio o tabla de contenidos). (Prioridad 2)

✓ No aplicable.

Punto 13.4 Utilice *mecanismos de navegación* de manera consistente. (Prioridad 2)

✓ Correcto.

La estructura de navegación de la página se mantiene constante durante todo el sitio

Punto 13.5 Proporcione *barras de navegación* para resaltar y dar acceso al mecanismo de navegación. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 13.6 Agrupe los *enlaces relacionados*, identificando el grupo (para las aplicaciones de usuario) y, hasta que las aplicaciones de usuario lo hagan, proporcione una *manera de saltarse el grupo*. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 13.7 Si proporciona *funciones de búsqueda*, facilite diferentes tipos de búsquedas para diversos niveles de habilidad y preferencias. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 13.8 Coloque *información distintiva al comienzo* de encabezados, párrafos, listas, etc. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 13.9 Proporcione información sobre las *colecciones de documentos* (por ejemplo, los documentos que comprendan múltiples páginas). (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 13.10 Proporcione un medio para *saltar sobre un "ASCII art"* que ocupa varias líneas. (Prioridad 3)

🔍 A verificar.

Punto 14.1 Utilice el *lenguaje más claro y sencillo* que sea apropiado para el contenido de un sitio. (Prioridad 1)

✓ **Correcto.**

Se ha tratado en todo momento de utilizar textos con contenido de lectura fácil

Punto 14.2 *Complemente el texto con presentaciones gráficas o sonoras* cuando ello facilite la comprensión de la página. (Prioridad 3)

🔍 **A verificar.**

Punto 14.3 Cree un estilo de *presentación que sea consistente* en todas las páginas. (Prioridad 3)

🔍 **A verificar.**

ANEXO B: EVALUACIÓN DE USUARIOS

En este anexo se muestran los diferentes formularios de cuestiones y posibles respuestas tanto de carácter general como particular para cada una de las tareas que se han realizado en la tarea de testeo de usuarios presentada en el capítulo 7, “Gestión de Pruebas”.

B.1. CUESTIONARIOS

GENERAL - Datos de usuario					
1) Indique su género	Masculino	Femenino			
2) Indique su edad	<20	20-30	31-40	41-50	>50
3) ¿Qué Sistema Operativo ha utilizado?	Windows	Linux/Unix	Mac	Otro	
4) ¿Qué navegador ha utilizado?	Chrome	Iexplorer	Firefox	Opera	Otro
5) Indique la versión si la conoce					

Tabla 28: Cuestionario de usuarios - General

Tarea 1 - Prueba 1: Registro					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
Responda a las siguientes preguntas con una valoración representada en una escala del 1 al 5, siendo 1 la peor valoración, y 5 la valoración más positiva.					
	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones					
4)La ubicación del botón/enlace para realizar la tarea de registro es intuitiva. He podido localizarlo sin problemas					
5) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
6) He entendido perfectamente lo que se pedía rellenar en los campos del formulario					
	Si	No	¿Cuál?		
7) ¿Cambiaría o incluiría algún campo en el registro?					
8) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 29: Cuestionario de usuarios - Tarea 1 - Prueba 1 - Registro

Tarea 1 - Prueba 2: Login					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4)He podido encontrar fácilmente en la interfaz el lugar donde poder identificarme como usuario (login)					
5) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
6) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 30: Cuestionario de usuarios - Tarea 1 - Prueba 2 - Login

Tarea 2: Modificar datos					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4)He podido encontrar fácilmente el enlace que me permite acceder a mis datos de usuario					
5) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
6) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 31: Cuestionario de usuarios - Tarea 2 - Modificar datos

Tarea 3 - Prueba 1: Crear Evento					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) Entiendo el concepto de "Evento" y para qué sirve					
5) He podido encontrar fácilmente el enlace de creación de nuevo evento					
6) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
7) He entendido perfectamente lo que se pedía rellenar en los campos del formulario					
	Si	No	¿Cuál?		
8) ¿Cambiaría o incluiría algún campo en el formulario?					
9) En cuanto al concepto "Evento" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
10) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 32: Cuestionario de usuarios - Tarea 3 - Prueba 1 - Crear Evento

Tarea 3 - Prueba 2: Crear Sesión					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) Entiendo el concepto de "Sesión" y para qué sirve					
5) La búsqueda de Eventos (donde están las Sesiones) es sencilla					
6) He podido encontrar fácilmente el enlace de creación de nueva sesión					
7) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
8) He entendido perfectamente lo que se pedía rellenar en los campos del formulario					
9) ¿Cambiaría o incluiría algún campo en el formulario?	Si	No	¿Cuál?		
10) En cuanto al concepto "Sesión" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
11) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 33: Cuestionario de usuarios - Tarea 3 - Prueba 2 - Crear Sesión

Tarea 4 - Prueba 1: Crear Recurso de Vídeo					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
	Si	No	¿Cuál?		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?					
	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones					
4) Entiendo el concepto de "Recurso de Vídeo" y para qué sirve					
5) La búsqueda de Sesiones (donde están los Recursos) es sencilla					
6) He podido encontrar fácilmente el enlace de creación de nuevo recurso					
7) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
8) El seguimiento de la subida del archivo es adecuado según sus criterios					
9) He entendido perfectamente lo que se pedía rellenar en los campos del formulario					
	Si	No	¿Cuál?		
10) ¿Cambiaría o incluiría algún campo en el formulario?					
11) En cuanto al concepto "Recurso de Vídeo" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
12) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 34: Cuestionario de usuarios - Tarea 4 - Prueba 1 - Crear Recurso de Vídeo

Tarea 4 - Prueba 2: Extraer y Generar Recurso de Audio					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) He encontrado el recurso de vídeo del que extraer el audio fácilmente					
5) Entiendo el concepto de "Extracción" y para qué sirve					
6) He encontrado el enlace de extracción fácilmente					
7) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
8) El tiempo de extracción es adecuado según sus criterios					
9) En cuanto al concepto "Recurso de Audio" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
10) En cuanto al concepto "Extracción" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
11) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 35: Cuestionario de usuarios - Tarea 4 - Prueba 2 - Extraer y Generar Recurso de Audio

Tarea 4 - Prueba 3: Transcribir y Generar Recurso de Subtitulado					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) He encontrado el recurso de audio del que transcribir el texto fácilmente					
5) Entiendo el concepto de "Transcripción" y para qué sirve					
6) He encontrado el enlace de transcripción fácilmente					
7) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
8) El tiempo de transcripción es adecuado según sus criterios					
9) En cuanto al concepto "Recurso de Subtitulado" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
10) En cuanto al concepto "Transcripción" indique si lo cambiaría por otra denominación y ¿cuál sería?					
11) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 36: Cuestionario de usuarios - Tarea 4 - Prueba 3 - Transcribir y Generar Recurso de Subtitulado

Tarea 5: Editar Recurso de Subtitulado					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) Entiendo el concepto de "Edición de subtitulado" y para qué sirve					
5)He podido encontrar fácilmente el enlace a editar el recurso subtitulado					
6) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa					
7) La edición del subtitulado me ha resultado sencilla					
8) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 37: Cuestionario de usuarios - Tarea 5 - Editar Recurso de Subtitulado

Tarea 6 - Prueba 1: Visionado de Subtitulado					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) He podido encontrar fácilmente el enlace de acceso al contenido del subtitulado					
5) La presentación del contenido del subtitulado es cómoda y clara					
6) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 38: Cuestionario de usuarios - Tarea 6 - Prueba 1 - Visionado de Subtitulado

Tarea 6 - Prueba 2: Descargar Audio					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
4) He podido encontrar fácilmente el enlace de descarga del archivo de audio					
5) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 39: Cuestionario de usuarios - Tarea 6 - Prueba 2 - Descargar Audio

Tarea 6 - Prueba 3: Reproducción Accesible del Vídeo					
1) ¿He sido capaz de completar la tarea?	Si	No	NS/NC		
2) ¿He tenido algún problema de accesibilidad?	Si	No	¿Cuál?		
	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
3) He podido realizar la tarea sin complicaciones					
4) He podido encontrar fácilmente el enlace de acceso al vídeo					
5) He podido activar y desactivar los subtítulos cómodamente					
6) La tarea me ha resultado fácil de llevar a cabo, incluso si no hubiera tenido experiencia previa en reproductores accesibles					
7) Indique si tuvo problemas al realizar la tarea o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 40: Cuestionario de usuarios - Tarea 6 - Prueba 3 - Reproducción Accesible del Vídeo

Resumen de pruebas y tareas					
	(1) Muy en desacuerdo	(2)	(3)	(4)	(5) Muy en acuerdo
1) Le aplicación me parece sencilla					
2) Le aplicación es intuitiva					
3) Le aplicación me resulta útil					
4) Siempre que ha habido errores, lo ha indicado la aplicación					
5) Cuando ha habido errores, los he podido solucionar fácilmente					
6) Su nivel de experiencia en software similar es alto					
7) Indique si tuvo problema general al utilizar la aplicación o, si lo desea, cualquier comentario o sugerencia que nos ayude a mejorar					

Tabla 41: Cuestionario de usuarios - Resumen de pruebas y tareas